

La dinamica dell'attività mentale in un approccio per processi concorrenti^a

Renzo Beltrame^b

In un precedente intervento sui WP di *Methodologia online* [Beltrame 2017], sono stati messi in luce elementi dell'interazione con l'ambiente che precedono una concettualizzazione e una categorizzazione dell'ambiente come altro da sé da parte del soggetto.

Passaggio cruciale è l'aver memoria delle interazioni con l'ambiente, e nell'esposizione ci si era avvalsi del ricordo consapevole. Per il ricordo, sul filo di un'annotazione già in Aristotele,¹ si erano distinti il contenuto del ricordo, e la parte categoriale che lo rende un consapevole ricordo, riportando il problema a come avere di nuovo l'attività indotta dal recettore durante l'interazione quando il recettore non è sollecitato da quell'interazione.

Questo aspetto è ricorrente in una rilettura dei classici esperimenti di Wertheimer del 1912 in [Beltrame 2018] nei quali il ricordo di ciò che si è visto durante la sessione è parte integrante dell'esperimento.

Impiegando un approccio per processi concorrenti, si è visto che ci si può avvalere dei legami che si stabiliscono, o si rinforzano, tra un processo attivo durante l'interazione e altri processi pure contemporaneamente attivi che possono essere visti come circostanze che hanno accompagnato l'interazione.

Il processo a suo tempo attivo per l'interazione con l'ambiente può quindi venir riattivato in assenza di interazione attraverso le associazioni a suo tempo stabilite, a patto che la dinamica dell'attività del soggetto porti ad avere attive in numero sufficiente le circostanze che l'avevano a suo tempo accompagnata.

Qui verranno ripercorsi questi meccanismi, mostrando che sono una componente generale e frequente della dinamica dell'attività mentale. In questo senso il ricordo può essere visto come un momento nel quale gli effetti di tale dinamica si accompagnano a un livello di consapevolezza del soggetto.

Continueremo ad avvalerci dell'interazione con l'ambiente, perché si può evitare di prenderne in considerazione gli antecedenti. Si avrà così modo di vedere le due maniere secondo cui si innescano le attivazioni di processi: dall'esterno, e dai cambiamenti dell'attivazione dei processi per effetto della dinamica dell'attività.

Per l'approccio all'attività mentale per processi concorrenti qui adottato, si rimanda a [Beltrame 2016b]. Si tratta di uno scritto piuttosto lungo, che richiama gli aspetti salienti di questo approccio, ed evidenzia come il variare dell'interazione col funzionamento permetta di integrare nello svolgersi dell'attività le funzioni attribuite alla memoria umana.

L'attività dei processi concorrenti e le loro interazioni

In questo approccio il fluire di un processo viene caratterizzato dando in ogni momento la rapidità con cui fluisce, cioè la velocità con cui cambia il carattere del sistema che individua il processo.

a. *Methodologia Online* [<http://www.methodologia.it>] - Working Papers - WP 323 - Febbraio 2018 (2018-03-04 16:35:19+01:00)

b. national Research Council of Italy - Pisa Research Campus - Via Moruzzi 1, 56124 PISA - Italy
email: renzo.beltrame@isti.cnr.it

Quando parliamo di un processo più o meno attivo facciamo riferimento a questa velocità. L'attivazione di un processo corrisponde quindi ad aumentare la velocità con cui fluisce, l'inibizione a ridurla.

Nel caso di processi concorrenti l'interazione tra i processi che si svolgono in parallelo è un carattere costitutivo del modello, e si traduce nel fatto che il cambiamento della velocità di uno dei processi interagenti induce un cambiamento in quella degli altri.

L'interazione risponde quindi di una coesione dell'insieme, che è caratteristica di ciò che consideriamo un organismo, ed è realizzata attraverso una correlazione tra i funzionamenti [Beltrame 2016a, pp. 1-4].

L'interazione è contestuale allo svolgersi dei processi, e nell'approccio che stiamo delineando è presente tra tutti i processi. È cioè pensata pervasiva, nel senso che il cambiamento in un processo induce un cambiamento più o meno grande in tutti gli altri. Su ogni processo agirà così la risultante delle azioni esercitate dagli altri processi come somma degli effetti delle singole interazioni [Beltrame 2016a, pp. 5-7].

L'interazione, a sua volta, non è pensata costante, ma variabile nel tempo; e gli aspetti quantitativi dello schema permettono di modellare l'apprendimento e le altre funzioni attribuite alla memoria umana. L'oblio, ad esempio, farà riferimento in questo schema ad un livello di attività che consente unicamente di riattivare un processo da altri processi.

Una descrizione concisa della dinamica dei processi concorrenti.* Questa sezione è una parentesi molto utile per farsi un'idea della dinamica dell'approccio per processi concorrenti impiegato, e soprattutto dei fattori da cui dipende. Non è però necessaria per seguire il filo delle argomentazioni suggerite dal titolo dello scritto.

Con la lettera "p" viene indicata in seguito la quantità di moto di un processo elementare. Vi è intuitivamente legato il livello di attività del processo. Tuttavia, dal momento che in questa parte della presentazione i processi elementari non sono diversificati per la loro risposta ai cambiamenti di quantità di moto, questa può venir intuitivamente associata alla velocità con fluisce il processo.

Come criterio generale dell'approccio per processi concorrenti qui impiegato, il cambiamento della quantità di moto di un processo elementare induce analoghi cambiamenti in quella dei processi a lui direttamente collegati in proporzione all'intensità delle relative interazioni: quindi secondo la relazione

$$\dot{p}_{ij} = \dot{p}_i \frac{m_{ij} p_i p_j}{\sum_j m_{ij} p_i p_j} \quad (1)$$

dove la derivata rispetto al tempo della quantità di moto di un processo p può essere intuitivamente associata al cambiamento del suo livello di attività, e nelle ipotesi indicate in precedenza alla sua accelerazione.

La funzione del tempo che caratterizza ciascuna interazione:

$$m_{ij}(t) = s_{ij}(p_i, p_j) p_i(t) p_j(t) l_{ij}(t) \quad \text{per } i \neq j \quad (2)$$

è concettualmente la memoria di lungo periodo dell'intensità del legame tra i due processi pesata da quella di corto periodo .

La memoria di corto periodo è espressa attraverso una dipendenza dal prodotto dell'attività corrente dei due processi interagenti:

$$s_{ij}(p_i, p_j) p_i(t) p_j(t) \quad \text{per } i \neq j \quad (3)$$

dove la funzione s_{ij} ha lo scopo di modulare il prodotto delle due attività correnti senza una esplicita dipendenza dal tempo.

La memoria di lungo periodo ha come possibile espressione:

$$l_{ij}(t) = l_{ij}(t_0) + \int_{t_0}^t (k_{ij}(p_i, p_j) p_i(v) p_j(v)) - r_{ij}(v) dv \quad (4)$$

nella quale si ha un accumulo dipendente dal funzionamento, e un decadimento nel tempo dell'interazione. Il decadimento dell'intensità dell'interazione tiene conto in maniera riassuntiva, del fatto che non è corretto discretizzare l'interazione, perché si trascurano effetti trasversali.²

Il primo termine dell'equazione (2) a pag. 2 amplifica le differenze tra le varie interazioni accumulate dal secondo, quando i processi interagenti si svolgono con velocità elevata. E simmetricamente le livella su valori bassi, quando i processi interagenti sono poco attivi.

Il modo di variare dell'interazione richiede una calibratura che verrà dai casi concreti in cui viene impiegato il modello, e tale calibratura è essenziale per modellare quantitativamente l'intervento delle varie funzioni attribuite alla memoria umana. Dall'impiego del modello verranno anche suggerimenti per una dipendenza più articolata dall'attività.

Sempre ad ogni nodo, abbiamo la confluenza dei cambiamenti mutuati dalle interazioni. Se indichiamo con

$$N_j(t) = \sum_k m_{jk}(t) p_j(t) p_k(t) \quad \text{per } k \neq j \quad (5)$$

il fattore di normalizzazione che compare in (1), abbiamo i cambiamenti

$$\dot{p}_{ij} = \dot{p}_j \frac{m_{ji}(t) p_j(t) p_i(t)}{N_j(t)} \quad \text{per } j \neq i \quad (6)$$

Vanno poi aggiunti: il cambiamento della quantità di moto eventualmente indotto sul processo dall'interazione con l'ambiente, e un termine che rappresenta il decadimento dell'attività del processo col tempo dato da

$$\dot{p}_{ii} = -m_{ii}(t) p_i(t) p_i(t) \quad (7)$$

dove $m_{ii}(t)$ è in generale una funzione del tempo.

Si ha un rallentamento dell'attività del processo che è direttamente proporzionale al quadrato della sua attività corrente, con una dinamica che lo lega ad una memoria di breve e medio periodo.

Sul breve periodo, infatti, il decadimento può essere bilanciato da attivazioni mediate da circostanze che si susseguono, e dalle associazioni: modellando così la fenomenologia della "working memory". Altrimenti è ragionevole un decadimento rapido.

La riduzione non può invece essere troppo lenta quando la attività si riduce sensibilmente. Lascerebbe per troppo tempo il processo con sensibili livelli di attività, quando è invece opportuno modellarne l'oblio. Di qui la funzione del tempo.

Se trasferiamo quanto esposto agli n processi che compongono il modello a processi concorrenti, abbiamo che l'insieme delle interazioni tra questi è rappresentato matematicamente da una matrice di funzioni (2), che in seguito indicheremo come "matrice M "

$$\begin{pmatrix} m_{11}(t) & m_{12}(t) & \dots & \dots & m_{1n}(t) \\ m_{21}(t) & m_{22}(t) & \dots & \dots & m_{2n}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{n1}(t) & m_{n2}(t) & \dots & \dots & m_{nn}(t) \end{pmatrix} \quad (8)$$

e gli elementi della diagonale principale descrivono il decadimento nel tempo della attività del relativo processo elementare.

Per ogni processo elementare abbiamo quindi

$$\dot{p}_i = \dot{p}_{oi}(t) - m_{ii}(t) p_i(t) p_i(t) + \sum_j \dot{p}_j(t - \tau_{ij}) \frac{m_{ji}(t - \tau_{ij}) p_j(t - \tau_{ij}) p_i(t - \tau_{ij})}{N_j(t - \tau_{ij})} \quad \text{per } j \neq i \quad (9)$$

dove \dot{p}_{oi} indica l'eventuale cambiamento della quantità di moto indotta dall'interazione con l'ambiente mediata da un recettore, e τ_{ij} il ritardo dell'interazione tra la coppia di processi considerata. Il ritardo tiene conto del fatto che l'interazione non propaga istantaneamente i suoi effetti.

Gli scambi di energia tra i vari processi e i relativi bilanci non intervengono esplicitamente in questa presentazione. La ragione di fondo è che gli organismi biologici sono sistemi aperti a significativi scambi di materia e di energia tra le loro parti e con l'ambiente. Conviene tenerne conto in modo articolato solo nei casi specifici, dove sono chiare le quantità in gioco, e quindi l'importanza dei vari fattori. E questo porta a tener conto degli aspetti termodinamici della dinamica, e dei metabolismi dell'organismo biologico considerato.

In questa presentazione sono introdotti soltanto loro effetti globali sul fluire dei processi, attraverso i termini della diagonale principale della matrice M , che descrivono componenti dissipative nello svolgersi del relativo processo, e un analogo termine per l'interazione nella memoria di lungo periodo, che corregge la discretizzazione delle interazioni tipica di un approccio per processi concorrenti.

Come ci si poteva aspettare la dinamica è descritta matematicamente da un sistema di equazioni differenziali non lineari e con ritardi. Occorre affidarsi per i singoli problemi ad una simulazione su calcolatore.

Va infatti sottolineato che gli elementi della matrice M sono funzioni del tempo che possono variare rapidamente, e che non sono particolarmente stabili neppure le correlazioni tra i valori di tali interazioni. Inoltre vi sono i ritardi con cui si manifestano gli effetti dell'interazione, che rendono decisamente più complessi i calcoli e che nei ragionamenti si possono considerare come differenze di fase.

Di questi aspetti della dinamica troviamo del resto conferma nei vincoli stringenti che in psicologia occorre indurre sui soggetti dell'esperimento affinché l'esperimento risulti ragionevolmente ripetibile. Per l'animale è necessario un condizionamento forte. Per l'uomo si ricorre spesso alla descrizione linguistica del compito, che di solito contiene informazioni sul tipo di risultato, quando non sia addirittura il verificare che un certo risultato sussista.

La diffusione degli effetti dell'interazione tra processi

Anche in questo scritto, come nei precedenti citati, si farà riferimento all'interazione con l'ambiente. Un recettore rende infatti immediatamente evidente come inizia la catena di operazioni.

Nello schema di Fig. 1 a pag. 5 il processo P_0 è quello attivato direttamente dal recettore R, e la sua attività è automaticamente parte dell'attività del soggetto, come discusso in [Beltrame 2017].

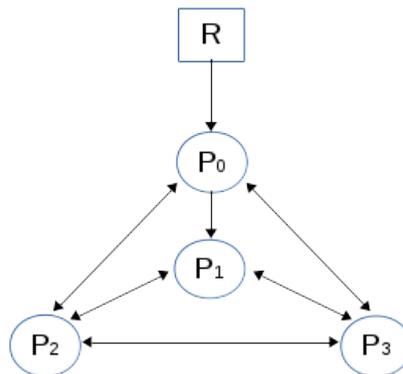


Figura 1: Lo schema delle attivazioni

Per come è pensata la dinamica nell'approccio per processi concorrenti, il cambiamento di P_0 trascina quello degli altri processi a cui è collegato di una quantità proporzionale all'intensità dell'interazione in atto con essi: equazione (1) a pag. 2.

L'interazione non è però costante, il suo modo di variare è descritto dall'equazione (2) a pag. 2. Vi intervengono due termini: uno che descrive gli effetti di una memoria di corto periodo, equazione (3) a pag. 3, e uno che descrive gli effetti di una memoria di lungo periodo, equazione (4) a pag. 3.

Concettualmente la memoria di corto periodo pesa quella di lungo periodo rendendo attuali legami latenti, e sono aggiunti decadimenti che tengono conto delle dissipazioni.

Come appare dalla sezione precedente, la dinamica è descritta matematicamente da un sistema di equazioni differenziali non lineari, equazione (9) a pag. 4. Non si può quindi ragionare sui singoli effetti come se gli altri non esistessero e sommarli, ma occorre affidarsi per i singoli problemi ad una soluzione su calcolatore.

Gli elementi della matrice (8) a pag. 4, sono infatti funzioni del tempo che variano rapidamente, e anche le correlazioni tra i valori di tali interazioni non sono particolarmente stabili.

Vi sono poi i ritardi con cui si propagano gli effetti dell'interazione, che possono essere visti come differenze di fase tra i vari contributi all'accelerazione di un processo, ma che rendono decisamente più complessi i calcoli.

Ritroviamo così i vincoli stringenti che occorre introdurre in psicologia per avere esperimenti ragionevolmente ripetibili. Per l'uomo si ricorre spesso alla descrizione linguistica del compito, e per l'animale al condizionamento.

La situazione mostra una varietà di esiti di notevole interesse. E già ragionando su un esempio con soli quattro processi, come quello proposto nella Fig. 1 a pag. 5, emergono elementi importanti del comportamento del modello.

Aspetti quantitativi del diffondersi dell'attivazione dei processi. I processi elementari sono fra loro legati da interazioni, che modellano la coesione del sistema considerato. L'azione esercitata su uno di essi dall'interazione con l'ambiente si diffonderà quindi agli altri che gli sono collegati. Questi, a loro volta, la diffonderanno ai processi a cui sono collegati. E così di seguito con un effetto a cascata.

Con la lettera "p" indichiamo la quantità di moto di un processo, che può essere considerata qui la sua velocità dal momento che i diversi processi elementari hanno in questo esempio la medesima risposta ai cambiamenti di quantità di moto.

Abbiamo visto, che i cambiamenti indotti sulla quantità di moto con cui fluisce un processo elementare si distribuiscono ad ogni nodo in maniera proporzionale all'intensità delle interazioni con i processi direttamente collegati. E questo in accordo con il fatto che processi con un legame intenso fra loro hanno un trascinamento forte.

Dal processo P_0 , connesso col recettore R, il cambiamento del livello di attività indotto sul processo P_1 sarà quindi un cambiamento della quantità di moto pari a:

$$\dot{p}_{01} = \dot{p}_0 \frac{m_{01} P_0 P_1}{\sum_{j=1}^3 m_{0j} P_0 P_j} \quad (10)$$

Se passiamo alle interazioni del processo P_1 che distribuiscono l'attivazione ricevuta dal processo P_0 , il cambiamento di quantità di moto indotta dal processo P_1 sul processo P_2 , diventa:

$$\dot{p}_{12} = \dot{p}_{01} \frac{m_{12} P_1 P_2}{N_1} = \dot{p}_0 \frac{m_{01} P_0 P_1}{N_0} \frac{m_{12} P_1 P_2}{N_1}$$

dove N_0 ed N_1 sono i fattori di normalizzazione espressi dall'equazione (5) a pag. 3.

Il valore delle due frazioni è sempre minore di 1 per come sono definite, e si vede che l'attivazione partita da P_0 diffonde interessando sempre più processi, ma con la tendenza ad attenuarsi piuttosto rapidamente man mano che ci si allontana dalla sorgente.

La diffusione di un'attivazione non può quindi rappresentare da sola la causa dell'attivazione di un processo: infatti l'attenuazione è più marcata quando coinvolge un numero maggiore di processi, dove si riduce mediamente di uno o più ordini di grandezza ad ogni passo, e nel nostro approccio l'interazione tra i processi è pervasiva.

La dinamica del singolo processo. Il diffondersi dell'attivazione ha anche l'effetto di rendere decisamente improbabile la stasi di un processo. Trattandosi di un valore singolo della velocità, velocità zero, la sua occorrenza ha matematicamente probabilità zero. Ciò non significa che non possa accadere, significa soltanto che si tratta di un evento estremamente improbabile.

Negli organismi biologici, gli arresti di qualche attività hanno tipicamente significato patologico, e possono richiedere interventi di urgenza. Nell'immaginario collettivo l'arresto cardiaco è un esempio paradigmatico.

Per lo stesso motivo risulta pure poco probabile la stazionarietà di un processo, cioè il suo procedere a velocità costante per tempi relativamente lunghi.

In un sistema fortemente connesso come gli organismi biologici, si debbono avere correlazioni strette e di lunga durata, affinché si abbiano processi sui quali le accelerazioni indotte dalle interazioni con gli altri processi siano in equilibrio per un tempo relativamente lungo.

L'oblio, il dimenticare, non può quindi venir legato all'arresto di processi, perché nell'approccio adottato questi sono sempre attivi. È quindi ragionevole legarlo a un valore molto basso delle interazioni, che rendono deboli i legami con ciò che si sta svolgendo, e quindi le accelerazioni, ma permettono che attività intense possano far riemergere ciò che era latente nell'oblio.

Nell'approccio per processi concorrenti impiegato, ciò è possibile perché l'interazione è variabile nel tempo e dipende dal prodotto delle velocità con cui fluiscono i processi interagenti. Processi che fluiscono veloci hanno così un'interazione più intensa, quindi un legame più stretto, mentre il legame diventa più lasco quando i processi fluiscono più lentamente.

In questo modo tra due processi veloci i cambiamenti si trasmettono più intensi e si ha una significativa attivazione reciproca. La trasmissione è ancora apprezzabile se almeno uno dei due processi è veloce, e diventa trascurabile se entrambi i processi sono lenti.

Questo andamento è modulato quantitativamente dalla funzione indicata in precedenza con m_{ij} , equazione(2) a pag. 2, nella quale intervengono le due velocità dei processi interagenti.

Tipicamente ci si propone di evitare che due processi, attivandosi reciprocamente, superino certi valori limite della velocità (a meno che la simulazione preveda comportamenti patologici), e all'altro estremo consentire di modulare la rapidità con cui i processi diventano difficilmente attivabili, entrando così nella fase di oblio.

L'oblio acquista così un carattere prettamente dinamico, che si evidenzia nella consapevolezza, dove può diventare ciò che è latente rispetto a ciò di cui si è consapevoli.

Gli aspetti della dinamica dell'approccio per processi concorrenti delineati in precedenza portano, già in casi semplici, alla conclusione che tra le cause dell'attivazione di un processo assumono un ruolo fondamentale le correlazioni tra valori alti dei cambiamenti indotti dagli altri processi.

Ciò accade con il ripresentarsi di passate circostanze a cui l'attività di un processo era legata. E in [Beltrame 2017] se ne è visto un esempio paradigmatico nel costituirsi del nucleo specifico che la categorizzazione aggiunta rende ricordo consapevole di un'interazione con l'ambiente.

La dinamica dell'interazione tra i processi. La semplice situazione schematizzata in Fig. 1 a pag. 5 mostra che l'attivazione del processo P_0 comporta anche il rinforzo del legame tra due processi, P_1 e P_3 , che appartengono a due rami diversi dell'albero delle attivazioni indotte da P_0 .

Il rinforzo della loro interazione, e quindi del loro legame, ha come risultato una probabilità più alta di ritrovarli insieme. Infatti, quando le circostanze attivano decisamente anche uno solo dei due processi elementari, l'altro viene trascinato nell'attività in corso dall'interazione che lo lega al primo.

Si ha così un modo di aumentare, nella storia dell'attività del soggetto, la probabilità di correlazioni tra l'attività dei processi elementari.

Gli aspetti quantitativi di questo meccanismo di rinforzo sono sintetizzati dall'equazione (2) a pag. 2, dove l'intensità corrente dell'interazione tra due processi elementari è descritta come prodotto di due fattori. Il primo è legato al prodotto delle velocità con cui fluiscono i due processi interagenti. Il secondo, sintetizzato dall'equazione (4) a pag. 3, è legato alla storia dell'intensità dell'interazione, ed è alla base delle manifestazioni che riconduciamo all'apprendimento.

I periodi di attività aumentano infatti la componente di lungo periodo contrastandone un decadimento che tiene globalmente conto dei fenomeni dissipativi e della dinamica di quelli rigenerativi caratteristici delle architetture biologiche.

Gli organismi biologici sono però sistemi aperti a scambi con l'ambiente. Già i casi discussi in precedenza, semplici perché legati a un solo recettore, ci hanno mostrato come l'interazione con l'ambiente possa modificare il livelli di attività dei processi e di conseguenza l'intensità delle interazioni.

L'interazione con l'ambiente è così una ulteriore sorgente di cambiamenti dell'interazione tra i processi, e quindi dei loro legami.

In conclusione, la rete dei legami tra i processi elementari, rappresentata dalle loro interazioni, ha una componente di lungo periodo relativamente stabile, ma latente. Può quindi influenzare l'attività solo attraverso la componente di breve periodo, molto dinamica e variabile nel tempo perché legata alle velocità con cui fluiscono i processi.

Gli aspetti quantitativi della dinamica che ne risulta hanno una notevole influenza sull'attività mentale del soggetto.

Ripercorrendo i classici esperimenti di Wertheimer [Wertheimer 1912], abbiamo incontrato il passaggio dalla percezione di una situazione statica ad una con movimento variando da 30 a 60 ms l'intervallo tra le due presentazioni di un tratto chiaro in posizioni diverse entro un campo scuro.

In un approccio per processi concorrenti si può argomentare [Beltrame 2018] che nel primo caso all'arrivo della seconda presentazione si hanno due gruppi di processi le cui velocità sono sufficientemente alte da avere una interazione forte, capace quindi di bilanciare la tendenza al decadimento della velocità del primo gruppo. Di qui la percezione di due tratti insieme.

Nel secondo caso il primo gruppo ha una velocità minore, per cui l'interazione è più debole e la velocità può diminuire sino ad avere perdita della percezione da parte del soggetto. Nel contempo il secondo gruppo cresce di velocità, e l'interazione è sufficiente a mantenere un legame tra i processi in crescita e i precedenti in diminuzione senza però influenzarne significativamente la cinetica. Da cui le condizioni per la percezione di un tratto chiaro in movimento.

Il fondamento non categoriale del formarsi di un'attività complessa. Nel modello a processi concorrenti che stiamo impiegando, i processi elementari sono sempre attivi e in reciproca interazione, non ha quindi senso introdurre una nozione di attività complessa legata a quali processi siano in quel momento attivi. La nozione è però utile nel trattare la dinamica dell'attività mentale, perché introduce allo studio delle cause moventi.

Nella sezione precedente si è indicato nell'aumento dell'intensità di interazione tra due processi elementari, cioè nel rinforzo del loro legame, il meccanismo elementare attraverso cui si stabilisce una correlazione tra le loro attività. Questo può essere visto come la formazione di un processo complesso, e la relativa attività come attività complessa.

Si può però oscillare tra il considerare attività complesse anche quelle dove la correlazione è semplicemente un transitorio. Oppure stabilire una durata al di sotto della quale non si considera di avere un'attività complessa. In questo secondo caso occorre ricordare che i processi elementari in questione hanno una propria dinamica che non si può ignorare.

Si è anche sottolineato che il rinforzo della loro interazione, e quindi del loro legame, ha come risultato una probabilità più alta di ritrovarli insieme nella storia dell'attività del soggetto. E questo è una delle ragioni per parlare della loro attività come di una attività complessa.

Si è pure visto che quando le circostanze attivano decisamente anche uno solo dei due processi componenti, l'altro viene trascinato nell'attività in corso dall'interazione che lo lega al primo.

Delle correlazioni tra le attività dei processi interessano anche i rapporti tra le velocità con cui fluiscono i processi. Ne sono immediati esempi i movimenti, che possono venir diversificati sulla base dei valori di questi rapporti.

Già lo schema di due processi ci mostra quindi il meccanismo elementare con cui un'attività complessa può variare in modo significativo senza che cambino i processi componenti.

Se si hanno parecchi processi correlati, come tipicamente accade, la varietà delle situazioni possibili aumenta notevolmente, perché il sommarsi dei meccanismi elementari ha effetti tipicamente non lineari.

Dal punto di vista della dinamica dell'attività mentale, si può quindi proporre come definizione di attività complessa una correlazione stretta e che duri per un periodo di tempo relativamente lungo, tra valori alti dell'attività di un gruppo di processi.

Avendo però ben presente che il meccanismo sottostante resta la dinamica dei processi componenti e delle loro interazioni.

Torneremo in seguito sulla nozione di attività complessa, che le considerazioni svolte prospettano più come un termine di collegamento con altri approcci all'attività mentale, che una nozione essenziale in un approccio per processi concorrenti.

In chiusura di queste considerazioni sui meccanismi elementari del costituirsi di correlazioni tra l'attività di più processi, sottolineerei che essi articolano i meccanismi che stanno alla base di ciò a cui Konrad Lorenz nel suo *L'altra faccia dello specchio* [Lorenz 1973] dedica il secondo capitolo, intitolato "La formazione di nuove caratteristiche dei sistemi" e i suoi successivi sviluppi.

Il fondamento non categoriale dell'astrazione. Sempre nella semplice situazione schematizzata in Fig. 1 a pag. 5, P_0 risulta attivabile sia da P_1 , che da P_2 , che da P_3 . Ed inoltre lo troviamo attivo solo insieme ad almeno uno di questi tre processi.

Abbiamo visto in precedenza che si ha un sensibile rinforzo dell'interazione tra una coppia di processi se entrambi si svolgono con una velocità alta, cioè con un livello alto di attività.

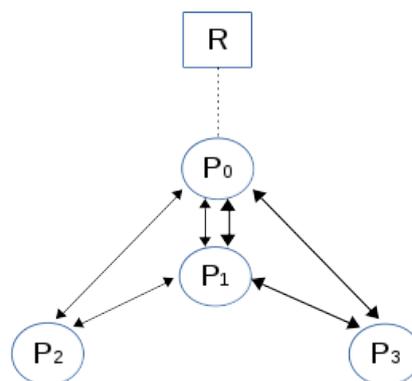


Figura 2: Lo schema delle attivazioni per indurre astrazione

Con riferimento allo schema di Fig. 2 a pag. 9, supponiamo che ricorrano circostanze che attivano contemporaneamente P_1 e P_2 . Si hanno cioè correlazioni tra attività di altri processi che portano P_1 e P_2 a fluire con velocità elevata.

Anche P_0 , che è legato ad entrambi, verrà quindi portato a livelli alti di attività. E si avrà di conseguenza un rinforzo dell'interazione tra i tre processi, cioè il rinforzo di un loro legame.

Supponiamo che ricorra successivamente un diverso insieme di circostanze che attivano contemporaneamente P_1 e P_3 . Si avranno analoghi effetti su P_0 , e il rinforzo dei legami con P_1 e P_3 .

Il processo P_0 fa successivamente parte di due processi complessi. Nel primo caso legato in modo stretto con P_1 e P_2 ; nel secondo legato in modo stretto con P_1 e P_3 .

Questo non basterebbe a indurre un'astrazione, perché in questo modo P_0 viene ad appartenere o a un processo complesso, o all'altro.

È quindi essenziale che un terzo insieme di circostanze porti a legare in modo stretto P_0 a P_1 . Ma si richiede anche che i due processi precedenti vengano modificati in modo che questo legame sia quantitativamente più intenso di quelli che legano i due processi con P_2 nel primo caso, e con P_3 nel secondo.

Abbiamo qui un esempio di differenziazione di processi complessi sulla base di parametri quantitativi che caratterizzano l'intensità dei legami. È qualcosa di analogo a ciò che troviamo nelle macromolecole, particolarmente in quelle che intervengono in biologia, e ci si aspettano analoghi effetti sulla dinamica dei processi concorrenti.

Il meccanismo illustrato suggerisce anche per la consapevolezza un meccanismo base nel quale si hanno in parallelo parti di un'attività complessa entro una diversa attività complessa, ad esempio un pensiero, o un processo di comunicazione. Una molteplice rete di connessioni che l'approccio per processi concorrenti supporta senza metafore.

L'attivazione di una azione sull'ambiente. A completare il quadro interessa pure il caso in cui viene attivata un'azione sull'ambiente. Si tratta infatti di un caso che si presenta frequentemente, perché lo troviamo dalla fonazione ai movimenti intenzionali o volontari.

La situazione è però più complessa di quelle viste in precedenza dove, avendo in gioco dei recettori, ci si poteva limitare ai cambiamenti che l'interazione con l'ambiente induce sul funzionamento dei processi a cui i recettori sono connessi.

Un attuatore riesce ad esercitare la sua attività con una intensità legata alla resistenza che offre ciò su cui la esercita. Ciò che supera tale resistenza si traduce in un aumento della quantità di moto anche del soggetto. Se stiamo spingendo un oggetto, ci si muove, o si ruzzola, con lui.

La risposta dell'ambiente è quindi sempre in gioco, e l'attività di un attuatore è tipicamente accompagnata da quella di un recettore in un collegamento che ne modula l'intensità.

Se poi l'azione sull'ambiente è intenzionale, risulta preceduta dall'anticipazione del risultato in un dato contesto, che diventa l'anticipazione dell'attività eseguita dal soggetto se questa è volontaria.

Anche limitandoci a considerare il funzionamento dell'attuatore senza rappresentare esplicitamente tutto il contesto che lo promuove, uno schema come quello proposto in Fig. 1 a pag. 5 non funziona, perché il suo ricordo porterebbe a mettere in funzione l'attuatore.

Per questo motivo era stato proposto come minimale in [Beltrame 2017] uno schema più complesso riportato in Fig. 3 a pag. 11, che consente di avere correttamente il ricordo di una azione esercitata sull'ambiente.

Affinché l'attuatore funzioni occorre che venga attivato il processo P_a a cui è collegato. Nello schema in figura lo attivano i due processi P_3 e P_4 .

Per poter avere il ricordo dell'azione sull'ambiente P_a si comporta in maniera analoga al recettore in Fig. 1 a pag. 5. Attiva il processo P_0 con altri processi contemporaneamente attivi: i due processi P_1 e P_2 .

Abbiamo ora attivi due gruppi di circostanze. Quello esemplificato da P_3 e P_4 attiva P_a che è connesso all'attuatore. E il gruppo esemplificato da P_1 e P_2 , che consente il rinforzo delle interazioni tra questi processi attivi e P_0 attivato da P_a . Si rinforzano, con minore intensità, anche

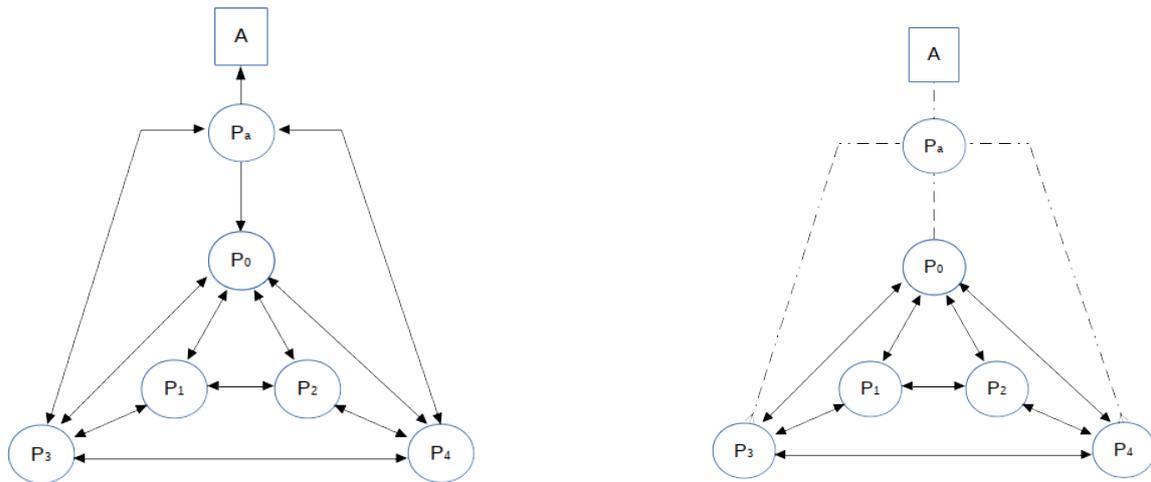


Figura 3: Lo schema quando si esegue un'azione e quando se ne ha il ricordo.

le interazioni di P_0 con P_3 e P_4 che sono pure attivi.

Il ricordo dell'interazione con l'ambiente esercitata attraverso l'attuatore A , ha come precondizione l'attivazione di P_1 e P_2 , che a loro volta attivano P_0 riavendo il funzionamento che questo aveva quando funzionava A . Uno schema analogo a quello visto per il recettore.

Il contenuto di un eventuale ricordo è quindi attivato soltanto da uno dei due gruppi di circostanze che erano attivi quando funzionava l'attuatore. Un'annotazione che insieme alla necessità di introdurre due processi, P_a e P_0 , rimanda ai neuroni-specchio.³

Le considerazioni sin qui svolte, che per immediatezza sono state appoggiate all'interazione con l'ambiente, si possono trasferire a situazioni in cui si hanno parti dell'organismo rispetto alle quali vi sono recettori od effettori.

Il ruolo dell'interazione con l'ambiente nello stabilire correlazioni tra i processi.

L'interazione con l'ambiente che è stata usata nelle situazioni elementari prese ad esempio ha parecchi effetti. In un passato intervento si è visto che essa offre la base pre-categoriale della costruzione, da parte del soggetto, di un ambiente altro da sé, ed entro il quale egli agisce [Beltrame 2017]. Qui vedremo il suo ruolo nello stabilire e rinforzare correlazioni tra l'attività dei processi elementari.

Le attività di interesse per lo studio del mentale, e in generale dell'attività umana, sono tipicamente costituite da un gruppo di processi elementari che si svolgono in parallelo con livelli di intensità e di interazione fra loro correlati.

La percezione visiva, ad esempio, mette in gioco nella nostra architettura biologica più recettori di tipo differente, e che occupano posti significativamente diversi nel mosaico della retina. Nel movimento intervengono più fasci muscolari. E potremmo moltiplicare gli esempi.

L'interazione con l'ambiente è localizzata ad un numero limitato di processi, tipicamente superiore a due. Agisce con significativi parallelismi e per tempi relativamente lunghi. È intensa e variabile nel tempo. È presente già nel periodo prenatale, e produce i suoi effetti attraverso la fisicità del soggetto, che non ha quindi modo di escluderla dalla storia della propria attività.

Il modo elementare secondo cui interviene sulle correlazioni tra le attività dei processi elementari lo si è visto in precedenza con riferimento alla Fig. 1 a pag. 5.

In questa figura abbiamo un solo recettore, quindi una cellula elementare di questo modo di intervenire, e gli effetti sono molto limitati perché l'attivazione si diffonde attenuandosi rapidamente man mano che ci si allontana dalla sorgente.

Gli effetti importanti dell'interazione con l'ambiente sono quindi legati al fatto che essa interessa più recettori con la conseguenza di stabilire correlazioni tra l'attività di un gruppo tendenzialmente numeroso di processi.

Le correlazioni dell'attività dell'ambiente diventando così una delle sorgenti della formazione di attività complesse nel soggetto, oltre che un selettivo rinforzo di quelle già presenti nella sua storia.

Viene così messa in luce una forma di apprendimento che entra nella storia dell'attività del soggetto attraverso la sua fisicità.

La vediamo decisamente in atto nel primo periodo di vita e quando viene affrontato un ambiente nuovo, ma in quanto stabilisce nuove correlazioni.

In effetti è una continua sorgente di cambiamenti che modificano le attività e il quadro delle interazioni tra i processi. E questo ci porta alla dinamica con cui fluisce l'attività.

La dinamica temporale di un processo complesso e il fluire dell'attività.

Dalla trattazione precedente della forma più semplice di attività complessa, quella con due soli processi componenti, emerge l'importanza di come si snoda nel tempo una correlazioni fra processi.

Nel caso di due processi componenti la dinamica è relativamente semplice, se il loro numero cresce si hanno più elementi di variabilità che rendono la dinamica molto più ricca, con conseguenze di notevole interesse per un modello dell'attività mentale.

È immediato considerare un cambiamento del livello globale di attività di un gruppo di processi legati da un'interazione forte quando cambia di una stessa percentuale il livello di attività di tutti i processi componenti, quando cioè restano invariati i rapporti tra i loro livelli di attività.

Quando questi rapporti cambiano, prevale l'alternativa di trattare la situazione come un cambiamento dell'attività del complesso.

Se ad esempio si decide di considerare come correlazione tra l'attività di tre processi elementari quella a cui corrisponde nella percezione un colore isolato, si può pensare che il cambiamento dei rapporti tra queste tre attività corrisponda nella percezione ad un colore diverso. E indipendentemente dal fatto che si abbia un nome per designarlo.

A proposito dei cambiamenti vale l'annotazione che non possono essere istantanei, ma richiedono sempre un certo tempo. Il cambiamento istantaneo sarebbe infatti contraddittorio, in quanto qualcosa dovrebbe contemporaneamente avere e non avere ciò che cambia. E la continuità discende dal non spezzare nella definizione il cambiamento in tratti più brevi, perché si avrebbero più cambiamenti e si cadrebbe in un regresso all'infinito.

Ragionare in termini di attività tende però a mascherare questo aspetto cruciale del cambiamento, che lo rende intrinsecamente continuo con velocità di mutamento più o meno grandi. Nell'approccio qui adottato va invece tenuto ben presente, perché gli aspetti quantitativi sono integrati nella caratterizzazione di un processo complesso e dello svolgersi nel tempo della sua attività.

Tornando all'attività di un gruppo di processi, oltre ai cambiamenti dei livelli dell'attività dei componenti e dei relativi rapporti, vanno considerati quelli dell'intensità delle interazioni fra

i processi del gruppo.

I due tipi di cambiamento sono in larga misura legati, perché livelli alti di attività dei processi interagenti rinforzano l'interazione, e livelli bassi fanno prevalere il suo decadimento. E quando il livello dell'interazione è alto, è alto anche il reciproco trascinarsi dei processi interagenti.

Se però le interazioni di uno o più processi con gli altri del gruppo scendono al di sotto di un certo livello, la loro attività si scorre, e si può considerare che non facciano più parte del gruppo.

Questi processi hanno di solito legami con altri, che il gruppo può perdere nella misura in cui il loro tramite era quantitativamente determinante, oppure può conservarli se rimangono legami sufficientemente intensi con altri processi del gruppo.

È possibile anche l'inverso, cioè che l'interazione tra uno o più processi del gruppo e altri processi cresca al punto da correlare la loro attività con quella del gruppo. E il gruppo può acquisire anche i processi a cui questi sono legati, nella misura in cui si stabilisce un'interazione sufficientemente intensa da correlare la loro attività a quella del gruppo.

Le analogie con i funzionamenti delle macromolecole, soprattutto se in soluzione come accade in biologia, diventano ora più evidenti che nel caso semplice in cui erano stati richiamati in precedenza.

Le considerazioni svolte aprono un vasto territorio: ricondurre a questo tipo di articolazione annotazioni nate da un studio dell'attività mentale come svolgimento seriale e come struttura. È una verifica che mi propongo, riprendendo considerazioni svolte in precedenti interventi.

Qui chiuderei sottolineando il peso della componente quantitativa della dinamica delineata. È infatti una dinamica che si fonda sulle quantità degli elementi in gioco: velocità, intensità delle interazioni, loro rapporti, e relativi cambiamenti. Il tutto entro un'attività che fluisce con continuità.

Note

1. Come altre volte ricordato, per il ricordo consapevole abbiamo un'annotazione che risale al *De Memoria* di Aristotele. Nei *Parva naturalia* 450 b 25 e segg., l'annotazione è, nella traduzione di R. Mugnier, la seguente [Aristotele 1957, p.56]:

«... quand l'âme considère l'objet comme un animal figuré, l'impression existe en elle comme un pensée seulement; d'un autre côté, quand elle le considère comme un copie, c'est un souvenir.»

La ritroviamo nel capitolo *Memory* dei *The Principles of Psychology* di W. James in [James 1890, Vol. I, p. 646 e segg.] a partire dalla premessa [p.646]

«I much prefer to reserve the memory for the conscious phenomenon»

con [p.648] la caratterizzazione

«... it is the knowledge of an event, or fact, ... with the additional consciousness that we have thought or experienced it before.»

e la precisazione [p. 650] che deve essere *«in my past»*.

Con riferimento agli scritti spesso presenti su *Methodologia* la troviamo ripresa in [Ceccato 1966, 1972, 1987] nei termini delle sue categorie mentali. In [Ceccato 1987, p. 236] viene proposto, sotto il titolo "Qualcosa di nuovo sulla memoria", di dare carattere categoriale alla memoria

«Come sempre dobbiamo partire da un uomo che opera ed è in grado di considerare ciò che fa come ripetizione di qualcosa di già avvenuto, quando egli parla di memoria, o di qualcosa che deve ancora avvenire, quando parla di progetto, di atto volontario, e simili. La ripetizione comporta una pluralità

ed una eguaglianza, e naturalmente chi le pone può ingannarsi; e certamente può non porle.»

Il termine “memoria” è però impiegato nelle scienze naturali per indicare che l’attività corrente ha tra le sue cause anche ciò che è accaduto in passato. Per questo motivo anche in precedenti scritti ho deciso di mantenere la distinzione tra memoria e ricordo, attribuendo al ricordo la caratterizzazione proposta da Ceccato per la memoria, e dando alla memoria la caratterizzazione impiegata ad esempio in meccanica.

2. Un caso classico è dato dai modi di considerare il calore quando si usano le tre leggi della meccanica di Newton.

3. Una limpida rassegna sui neuroni specchio è in [Rizzolatti and Craighero 2004].

Riferimenti bibliografici

- Aristote. *Petites traités d’histoire naturelle (Parva naturalia)*. Les Belles Lettres, Paris, 1957. transl. R. Mugnier.
- R. Beltrame. Il movimento dei bulbi oculari nel dinamismo percettivo di alcune illusioni ottiche. *Methodologia Online - WP*, 300:11 pp., 2016a. ISSN 1120-3854. (pubblicazione del Rapporto di Ricerca 68-2 del 1968).
- R. Beltrame. La memoria e le sue funzioni in un approccio all’attività mentale per processi concorrenti. *Methodologia Online - WP*, 305:24 pp., 2016b. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame. Il fondamento non categoriale dell’interazione con l’ambiente, visto in un approccio per processi concorrenti. *Methodologia Online - WP*, 320:10 pp., 2017. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame. I classici esperimenti di Wertheimer del 1912, in un approccio per processi concorrenti. *Methodologia Online - WP*, 322:8 pp., 2018. ISSN 1120-3854.
- S. Ceccato. *Un tecnico tra i filosofi - Vol II - Come non filosofare*. Marsilio, Padova, 1966.
- S. Ceccato. *La mente vista da un cibernetico*. ERI - Edizioni Radio italiana, Torino, 1972. (consultabile su *Methodologia Online* alla sezione Testi online), riedito da Mimesis, Milano, 2017.
- S. Ceccato. *La fabbrica del bello*. Rizzoli, Milano, 1987. ISBN 88-17-53213-4.
- W. James. *The Principles of Psychology*. republished by Dover, 1950, New York, 1890.
- K. Lorenz. *Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens*. R. Piper and Co. Verlag, 1973. Trad. italiana: *L’altra faccia dello specchio*, Adelphi, Milano, 1974. V Ed. 1999.
- G. Rizzolatti and L. Craighero. The mirror neuron system. *Annu. Rev. Neurosci*, 27:169–192, 2004.
- M. Wertheimer. Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. *Zeitschrift für Psychologie*, 61(1): 161–265, 1912.