

## Il mentale in una mente che cambia.

### 5. L'attività conscia.<sup>i</sup>

Renzo Beltrame<sup>ii</sup>

Tema di questo contributo è caratterizzare l'attività conscia nel contesto dell'attività svolta dall'organismo, utilizzando l'approccio per processi concorrenti messo a punto e impiegato in precedenti scritti.<sup>1</sup> Una presentazione sintetica della versione attuale di tale approccio è riportata per comodità in appendice.

Nel caratterizzare l'attività conscia è calzante l'osservazione di William James [James, 1890, Vol.I, p.196]

*The great snare of the psychologist is the confusion of his own standpoint with that of the mental fact about which he is making his report.*

Un modo per tener conto di questa essenziale avvertenza per l'attività, mentale e fisica, dell'organismo, è rimanere strettamente fedeli ad una descrizione in termini di attività e loro interazioni, evitando una descrizione per attività e loro rapporti.

In questo secondo caso l'esposizione diventa dell'attività di colui che descrive, perché le attività agiscono su altre attività, ma non pongono rapporti.

Inoltre i rapporti richiedono di trattare come entità ciò che si mette in rapporto: nel nostro caso delle attività, perdendo quindi il loro svolgersi nel tempo. A ciò si aggiunge la serializzazione indotta da una descrizione a parole.

Per l'attività conscia, una strategia preziosa è riandare al periodo prenatale e neonatale, nel quale ci si può più facilmente riferire ad un organismo che raggiunge progressivamente le condizioni per eseguire attività più complesse.

Nel periodo prenatale, attività spontanee e riflessi sono presenti già nelle prime settimane di gestazione: in un periodo nel quale il livello di sviluppo esclude la possibilità di avere attività conscia [RCOG, 2010, p.5].<sup>2</sup> E non è pacifico se e in che misura nel periodo prenatale vi sia attività conscia.

### Caratteri costitutivi dell'attività conscia

Per caratterizzare l'attività conscia, cioè un tipo di attività, ci è di aiuto l'etimologia, che fa derivare "conscio" dal latino *consciū*, composto da *cum* e un corradicale di *scire*.

L'etimologia suggerisce quindi un legame tra l'essere conscio e saper fare, per cui un'attività conscia diventa un'attività che si svolge accompagnata dal saperla svolgerla.

Il saper fare a sua volta comporta aver già in precedenza eseguito ciò che si fa. Ad esempio, in «so suonare il violino, usare il computer» affermiamo di aver già suonato il violino e usato il computer.

Un'attività che sia stata eseguita anche precedentemente solo per chi osserva il funzionamento dell'organismo nel quale avviene, ad esempio il ritmico pulsare del cuore, non

<sup>i</sup>Methodologia Online - Working Papers - WP 365 - 2021

<sup>ii</sup>National Research Council of Italy - Pisa Research Campus - Via Moruzzi 1, 56124 PISA - Italy - email: renzo.beltrame@isti.cnr.it

costituisce però una ragionevole descrizione dell'attività conscia: e infatti tipicamente neppure avvertiamo il pulsare del cuore.

A sua volta il saper svolgere un'attività è cosa diversa dal sapere di svolgerla, come mostra l'accostamento delle due frasi «so suonare il violino» e «so di suonare il violino».

Occorre quindi proporre un livello meno elaborato dell'attività dell'organismo umano. E nel caso dell'approccio per processi concorrenti, modi di svolgersi dell'attività basale.

Nel far questo occorre ricordare che l'approccio per processi concorrenti impiegato nello studio utilizza il valore del livello di attività dei processi per caratterizzare la componente di breve periodo dell'intensità dei legami tra i processi, e questa può esser diversa nelle due direzioni del legame.<sup>3</sup>

Il cambiamento del livello di attività dei processi è a sua volta impiegato per descriverne l'interazione. Il suo cambiamento in un processo si propaga infatti agli altri processi in maniera direttamente proporzionale all'intensità dei relativi legami, costituendo le lazioni di quel processo sugli altri.<sup>4</sup>

Questi parametri sono quindi impegnati per descrivere l'attività basale dell'organismo e la sua dinamica.<sup>5</sup>

Per l'attività di interesse modellistico occorre allora prendere in considerazione correlazioni o storie entro l'attività basale. E attività più complesse di quella basale possono venir distinte da chi osserva l'attività dell'organismo, e venir descritte in termini di attività e loro interazioni descrivendo lo svolgersi nel tempo di una parte dell'attività globale.

Questa, infatti, nel suo complesso si svolge sempre secondo gli schemi delineati nella presentazione dell'attività basale, ed è descritta numericamente dalla soluzione del sistema di equazioni (9) a pag. 7, oppure dalle equazioni (13) a pag. 8, a seconda se si decide di non tener conto, dei ritardi nell'arrivo delle azioni sui processi, oppure di tenerne conto.

Per come è scritto il sistema di equazioni, le funzioni che descrivono il livello di attività dei processi in funzione del tempo figurano come output diretti.

Il calcolo è però svolto di necessità con un opportuno programma su calcolatore, dove può essere previsto di memorizzare oltre ai valori assunti nel tempo dal livello di attività dei processi, anche quelli di altre variabili: tipicamente i valori delle azioni tra i processi, e i valori dell'intensità dei legami, distinti nelle due componenti di breve e lungo periodo.

Si può quindi scegliere che cosa memorizzare delle variabili intermedie durante l'elaborazione della soluzione del problema proposto, oltre a poter calcolare successivamente questi e altri dati a partire dai risultati analitici ottenuti.

In termini estremamente generali l'interesse modellistico si esplica scegliendo che cosa osservare all'interno del quadro descritto in precedenza: cioè quali dati si decide di considerare descrizione dello svolgersi dell'attività che si intende studiare, mentre gli altri vanno automaticamente a caratterizzare il contesto entro cui questa attività si svolge.

Nel caso dell'attività conscia ci si propone di caratterizzare un *tipo* di attività di interesse modellistico. Vanno quindi proposte quali attività caratterizzino il tipo di attività in questione, fornendo soltanto esempi di quali altre possano farne una particolare realizzazione; mentre tutte le altre vanno a costituire il contesto entro cui si svolge, interagendo, la particolare realizzazione.

## Un esempio

Un esempio sufficientemente limpido del costituirsi di un'attività conscia è offerto dalla richiesta di nutrimento da parte del neonato.

Si tratta di un passaggio obbligato, perché nel periodo prenatale il nutrimento arrivava attraverso la placenta, e il neonato dell'uomo è incapace di procurarsi da solo ciò che gli serve per il sostentamento.

La placenta era inoltre un collegamento che permetteva un continuo passaggio dei nutrienti e delle sostanze di rifiuto tra la madre e l'embrione durante lo sviluppo prenatale. L'assenza, con la nascita, di un nutrimento continuo porta quindi all'insorgere di contrazioni dei muscoli dello stomaco.<sup>6</sup> Successivamente verranno legate all'insorgere della fame, ma nel l'immediato periodo neonatale restano ragionevolmente pura attività per un periodo relativamente lungo.

Mentre si hanno queste contrazioni, si svolgono altre attività considerate da chi osserva il neonato segnali di fame che precedono la fase di pianto, di solito evitata da chi accudisce il neonato.

Tali attività sono considerate riflessi autonomi, ma in effetti si aprirebbe la questione di quando si sono formati e come.

L'approccio per processi concorrenti nella sua attività basale propone che tutte le attività menzionate sono realizzate da cambiamenti del livello di attività di un certo numero di processi, e che questi cambiamenti si propagano agli altri processi in proporzione all'intensità dei relativi legami.

Propone inoltre un elevato valore della componente di breve periodo del legame tra le attività che si svolgono in parallelo, e una crescita della componente di lungo periodo legata alla durata e all'intensità di queste attività.

Quantitativamente i processi coinvolti nel "segnale di fame", per sinteticità di denominazione useremo il pianto, ricevono una parte elevata del cambiamento, ma una certa quantità è diffusa agli altri processi. Nell'approccio per processi concorrenti impiegato, i processi sono infatti interamente connessi fra loro con differente intensità dei legami, proposti monodirezionali.

Questi altri processi, che chiameremo laterali, ricevono una parte di cambiamento da entrambi i processi principali: contrazioni dello stomaco e pianto. E il loro livello di attività crescerà con una certa rapidità.

Di conseguenza cresceranno anche le componenti di lungo periodo dei loro legami monodirezionali sia con i processi coinvolti nelle contrazioni, sia con quelli coinvolti nel pianto: cioè dei legami inversi di quelli discussi precedentemente.

Quando l'attività corrispondente alle contrazioni dei muscoli dello stomaco si ripresenta, si propaga a questi processi laterali attraverso i legami monodirezionali visti in precedenza, e si propaga a quelli coinvolti nel pianto attraverso i legami monodirezionali che si dipartono da questi processi laterali.

Si ha così un rinforzo delle attività legate al pianto che dipende dalla via laterale che si è costituita dall'averlo già eseguito a seguito di una azione diretta delle contrazioni dei muscoli dello stomaco che stanno accadendo ora.

E si ha così ciò che si è proposto costituire un'attività conscia: una diversità legata all'averla già eseguita.

Importa sottolineare che l'attività del pianto diventa conscia selettivamente legata alle contrazioni dei muscoli dello stomaco. L'attività del pianto è infatti legata anche ad altre attività.

Visto dall'esterno, lo diremmo da osservatori un segnale di fame conscio, sbagliando però se lo considerassimo già consapevole.

Quanto al pianto, può diventare anche conscio selettivamente legato ad altre attività che lo provocano. E i diversi modi di essere conscio porteranno a differenziare il pianto, come ben sanno coloro che accudiscono ad un neonato.

Si tratta di un risultato che passa attraverso la ripetizione del processo delineato in precedenza, che porta ad aumentare il rinforzo e quindi il livello di coscienza.

Lo fa però in modo competitivo nel caso del pianto, e ugualmente in altri casi. Per cui gli aspetti quantitativi acquistano un peso determinante nei modi e nei tempi con cui si arriva alle differenziazioni. Anche perché questi processi avvengono in un più ampio contesto entro cui si intessono l'attività del neonato e le relative modifiche nell'organismo.

### Alcune considerazioni d'insieme

Il livello di coscienza è variabile, essendo legato quantitativamente al rinforzo portato dal cammino laterale. Sarà basso all'inizio e crescerà coll'aumentare delle componenti di lungo periodo nei legami del cammino laterale. Ma rimane legato anche alle componenti di breve periodo con la loro dipendenza dal contesto.

Se si tiene conto dei ritardi nella propagazione dell'interazione, può accadere che il rinforzo preceda nel tempo lo svolgersi dell'attività attraverso il cammino principale.

È essenziale sottolineare che un'attività diventa conscia avendo nel contesto un antecedente che caratterizza di che cosa è conscia: nell'esempio le contrazioni dello stomaco.

Una stessa attività può essere conscia di cose diverse se nel contesto sono presenti antecedenti diversi: ad esempio il pianto dall'irritazione del pannolino.

L'approccio per processi concorrenti propone che il diventare conscia per un'attività dipende da correlazioni dell'attività basale e dalle modifiche di lungo periodo che queste inducono.

La possibilità per un'attività di essere conscia dipende quindi da cambiamenti nell'organismo indotti dalla sua storia operativa.

Il diventare conscia è a sua volta temporaneo, e dipende dal ripresentarsi nel contesto di correlazioni tra certe attività dell'organismo.

La consapevolezza non è costitutiva nello stabilirsi di un'attività conscia e per questo motivo questo scritto si chiude qui con uno stacco rispetto a miei lavori precedenti dove questo punto non era chiaro.

Quando e come la consapevolezza interviene nell'attività dell'organismo umano richiedo uno specifico studio rispetto al quale questo scritto è solo uno dei punti da integrare.

## Appendice. L'approccio per processi concorrenti (sintesi)

L'approccio per processi concorrenti impiegato<sup>7</sup> prevede un numero  $N$  finito di processi indicati con  $P_1, \dots, P_N$ .

A ciascun processo  $P_i$  è associata una variabile, detta *livello di attività* indicata con  $p_i$ , e descritta da una funzione del tempo continua insieme alle sue derivate.<sup>8</sup>

Queste variabili intervengono nella dinamica dei legami tra i vari processi e dello svolgersi delle varie attività di interesse per lo studio.

Nella descrizione dell'attività dell'organismo, e in particolare della sua attività mentale, sono assunte come *attività elementari* le derivate rispetto al tempo del livello di attività dei singoli processi,  $\dot{p}_i$ , supposte continue rispetto al tempo.

Ciascuna attività elementare interagisce con tutte le altre, e l'azione di un'attività elementare  $\dot{p}_i$  su un'altra attività elementare  $\dot{p}_j$  viene indicata con  $\dot{p}_{ij}$ .

Ciascuna azione è descritta dall'equazione

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

dove con  $m_{ij}$  è indicata una funzione dei livelli di attività dei processi relativi alle due attività coinvolte e del tempo, che descrive l'intensità del legame che la attività  $\dot{p}_i$  ha con l'attività  $\dot{p}_j$ , e  $M_i(t)$  è un fattore di normalizzazione

$$M_i(t) = \sum_{j \neq i} m_{ij} \quad (2)$$

Una attività agisce quindi verso tutte le altre in maniera direttamente proporzionale all'intensità dei legami che essa ha in quel momento con ciascuna delle altre.

Tra le quantità definite in precedenza valgono le seguenti due relazioni.

La prima è un'equazione di bilancio che descrive una attività  $\dot{p}_j$  come somma dei contributi ricevuti dalle altre, a cui va aggiunta una eventuale azione dell'ambiente poiché i sistemi biologici sono aperti a tale tipo di interazione

$$\dot{p}_j(t) = a_j(t) + \sum_{i \neq j} \dot{p}_{ij}(t) = a_j(t) + \sum_{i \neq j} \frac{m_{ij}(t)}{M_i(t)} \dot{p}_i(t) \quad (3)$$

dove  $a_j(t)$  descrive l'azione dell'ambiente sull'attività  $\dot{p}_j$ .

Per le interazioni con l'ambiente sono applicate le relazioni della fisica, in particolare il principio di azione-reazione. Nel caso di azioni dell'organismo biologico sull'ambiente, questa funzione descrive la reazione che l'organismo subisce esercitando l'azione.

L'idea iniziale è trattare i processi metabolici alla stregua di interazioni con l'ambiente, salvo impiegare una diversa strategia sulla spinta dei casi studiati.<sup>9</sup>

Nell'approccio adottato la componente endogena delle attività di interesse modellistico è costruita dinamicamente per intero dalla somma delle azioni delle altre attività.

La sistematicità che si osserva nei riflessi tra l'attività che funziona da stimolo e la relativa risposta è quindi vista in questo approccio come sistematicità nelle condizioni che portano alla costruzione dell'attività stimolo e in seguito dell'attività risposta.

È completamente evitata l'introduzione di sequenze precostituite di attività elementari, perché introdurrebbero nel funzionamento del sistema elementi di rigidità che non hanno riscontro nel nostro organismo neppure nella sistematicità dell'attività cardiaca. Ma soprattutto l'approccio perderebbe la sua peculiarità di gestire integrate l'attività e l'apprendimento.<sup>10</sup>

La seconda relazione tra le quantità definite in precedenza determina il valore del livello di attività  $p_j$  di ciascun processo tenendo conto dei cambiamenti intervenuti

$$\begin{aligned} p_j(t) &= p_j(t_0) - \int_{t_0}^t h_j(p_j, v) dv + \int_{t_0}^t \sum_i \dot{p}_{ij}(v) dv \\ &= p_j(t_0) - \int_{t_0}^t h_j(p_j, v) dv + \sum_i \int_{t_0}^t \dot{p}_{ij}(v) dv \end{aligned} \quad (4)$$

dove la funzione  $h_j(p_j, t)$  modula la dissipazione tipica dei processi fisici.

In assenza di azioni su un processo, di solito perché è nulla la somma algebrica di quelle che vi agiscono, il processo diventa stazionario: procede cioè mantenendo il livello di attività in atto.

Il continuo ricalcolo del livello di attività dei processi cambia la distribuzione dell'intensità dei loro reciproci legami: cambia così il contesto entro cui si propagano i cambiamenti dei loro livelli di attività.

Per ogni processo muta di conseguenza, secondo l'equazione (3) a pag. 5, lo svolgersi nel tempo del cambiamento del proprio livello di attività, al quale è legato lo studio dell'attività mentale.

In dettaglio, il cambiamento del livello di attività dei processi modifica l'interazione tra le attività attraverso le funzioni  $m_{ij}(t)$  che determinano l'entità delle singole azioni  $\dot{p}_{ij}$  secondo l'equazione (1) a pag. 5: cioè in maniera direttamente proporzionale al valore corrente di tali funzioni.

Come discusso in [Beltrame, 2020b], le funzioni  $m_{ij}(t)$  possono venir considerate descrivere l'intensità del legame tra le attività elementari, e il loro valore è dato dal prodotto di due termini.

Il primo descrive la componente di corto periodo dell'intensità del legame, ed è dato da

$$s_{ij}(p_i, p_j) p_i(t) p_j(t) \quad (5)$$

dove si ha il prodotto dei livelli di attività dei due processi interagenti, corretto dalla funzione  $s_{ij}(p_i, p_j)$  dei livelli di attività dei due processi, che modula una secca dipendenza lineare dal prodotto dei livelli di attività dei due processi.

Trattandosi di azioni di una attività su un'altra tale funzione è definita

$$s_{ij}(p_i, p_j) \neq s_{ji}(p_j, p_i)$$

Il secondo termine di  $m_{ij}$  descrive la componente di lungo periodo dell'intensità del legame ed è dato da

$$c_{ij}(t) = c_{ij}(t_0) + \int_{t_0}^t k_{ij}(p_i, p_j) p_i(v) p_j(v) dv - \int_{t_0}^t r_{ij}(p_i, p_j) dv \quad (6)$$

con un accumulo che dipende dal prodotto dei livelli di attività dei due processi interagenti.

La funzione  $k_{ij}(p_i, p_j)$  modula la dipendenza impiegando una funzione diversa da quella che interviene nella componente di corto periodo, pur essendo anch'essa

$$k_{ij}(p_i, p_j) \neq k_{ji}(p_j, p_i)$$

Infatti le funzioni  $k_{ij}(p_i, p_j)$  sono fissate in modo che nella diffusione dei cambiamenti del livello di attività dei processi la componente di lungo periodo dei legami risulti discriminante solo tra valori simili della componente di corto periodo.

Il decadimento introdotto dal secondo integrale, tiene conto che la memoria di un fatto tende ad affievolirsi col trascorrere del tempo.

La funzione  $r_{ij}(p_i, p_j)$  viene poi definita in maniera che non si azzeri la componente di lungo periodo dei legami tra i processi. In questo modo non viene mai meno la completa connessione tra i processi.

L'intensità di ogni legame è quindi data da

$$m_{ij}(t) = s_{ij}(p_i, p_j) p_i(t) p_j(t) c_{ij}(t) \tag{7}$$

e le due componenti sono definite monodirezionali, per cui

$$m_{ij}(t) \neq m_{ji}(t) \tag{8}$$

Nell'approccio si hanno N processi per cui lo svolgersi dell'attività è retto da un sistema di N equazioni del tipo (3) a pag. 5

$$\begin{aligned} \dot{p}_1(t) &= a_1(t) + \sum_{i \neq 1} \frac{m_{i1}(t)}{M_1(t)} \dot{p}_i(t) \\ &\dots \\ &\dots \\ \dot{p}_N(t) &= a_N(t) + \sum_{i \neq N} \frac{m_{iN}(t)}{M_i(t)} \dot{p}_i(t) \end{aligned} \tag{9}$$

E a queste vanno aggiunte le  $N \times N$  equazioni del tipo (7) a pag. 7.

Nel sistema nervoso dell'uomo si hanno fibre nervose con differenti velocità di propagazione.<sup>11</sup> Il ritardo negli effetti dell'interazione è sensibile e se ne può tenere conto introducendo un termine  $\tau_{ij}$  per ogni singola azione di una attività  $p_i$  su un'altra  $p_j$ .

In queste condizioni l'equazione (3) a pag. 5 diventa

$$\dot{p}_j(t) = a_j(t) + \sum_{i \neq j} \frac{m_{ij}(t - \tau_{ij})}{M_i(t - \tau_{ij})} \dot{p}_i(t - \tau_{ij}) \tag{10}$$

dove i vari  $\tau_{ij}$  descrivono i ritardi con cui gli effetti delle azioni arrivano al processo target, e le funzioni  $m_{ij}$  e  $M_i$  sono calcolate tenendo conto di quando l'azione è partita, quindi

$$m_{ij}(t - \tau_{ij}) = s_{ij}(p_i(t - \tau_{ij}), p_j(t - \tau_{ij})) p_i(t - \tau_{ij}) p_j(t - \tau_{ij}) c_{ij}(t - \tau_{ij}) \tag{11}$$

dove

$$c_{ij}(t - \tau_{ij}) = c_{ij}(t_0) + \int_{t_0}^{t - \tau_{ij}} k_{ij}(p_i, p_j) p_i(v) p_j(v) dv - \int_{t_0}^{t - \tau_{ij}} r_{ij}(p_i, p_j) dv \tag{12}$$

Nell'approccio si hanno  $N$  processi per cui lo svolgersi dell'attività è retto da un sistema di  $N$  equazioni del tipo (10) a pag. 7

$$\begin{aligned} \dot{p}_1(t) &= a_1(t) + \sum_{i \neq 1} \frac{m_{i1}(t-\tau_{i1})}{M_1(t-\tau_{i1})} \dot{p}_i(t-\tau_{i1}) \\ &\dots \\ &\dots \\ \dot{p}_N(t) &= a_N(t) + \sum_{i \neq N} \frac{m_{iN}(t-\tau_{iN})}{M_i(t-\tau_{iN})} \dot{p}_i(t-\tau_{iN}) \end{aligned} \quad (13)$$

E a queste vanno aggiunte le  $N \times N$  equazioni del tipo (11) a pag. 7, e le  $N$  equazioni del tipo (4) a pag. 6.

Lo svolgimento dell'attività del sistema è quindi descritto matematicamente da un sistema di equazioni integro-differenziali non lineari e con ritardi.

L'approccio ha analogie con l'uso delle "coupling functions", di cui una presentazione recente è in [Stankovski et al., 2017]. Si caratterizza per l'attenzione a correlazioni locali e di breve durata, oltre che per il marcato interesse ai modi che le promuovono e le fanno cessare.

Per i singoli problemi occorre perciò affidarsi ad una soluzione su calcolatore, che nell'impostazione e nell'analisi dei risultati diventa analoga ad una simulazione dell'attività che si intende studiare.

## Impostazione della simulazione

L'impiego dell'approccio richiede che vengano esplicitate le funzioni descritte nella presentazione. Si tratta di una specializzazione che permette di tener conto di vincoli e di modi di funzionare dell'architettura biologica della quale si studia l'attività. A questa vanno aggiunte le condizioni iniziali a partire dalle quali si studia lo svolgersi dell'attività.

In dettaglio, va fissato il numero  $N$  di processi elementari che si ritengono sufficienti per lo studio del problema, numero che in questo approccio è supposto fisso.<sup>12</sup>

Per ogni singolo legame va fissato il ritardo  $\tau_{ij}$  con cui si propagano le azioni. Si tenga tuttavia presente che nel sistema nervoso umano, dove si ha un ampio ventaglio di velocità di propagazione lungo le fibre nervose, le fibre lunghe sono di solito mielinate ed hanno velocità di propagazione più alta. I ritardi hanno quindi un intervallo di variabilità più piccolo di quanto ci si potrebbe aspettare dall'intervallo delle velocità di propagazione.

Altre specializzazioni del modo di variare dell'intensità dei legami riguardano le componenti di lungo periodo date da equazioni del tipo (12) a pag. 7.

In queste equazioni, che per comodità è riportata

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

troviamo anzitutto un primo integrale rispetto al tempo del quale va fissata la funzione  $k_{ij}(p_i, p_j)$  dei livelli di attività dei processi interagenti che ne modula il prodotto.

La componente di lungo periodo ha infatti un duplice limite. Non può assumere un valore troppo alto, perché ostacolerebbe la selezione svolta dall'attività in corso attraverso



la componente di breve periodo. E deve variare entro un intervallo di valori sufficientemente ampio da differenziare il peso dei legami quando le componenti di corto periodo hanno valori simili.

Nel secondo integrale va fissata la funzione  $r_{ij}(p_i, p_j)$  dei livelli di attività dei processi interagenti, che modula il decadimento della componente di lungo periodo, decadimento che è contrastato dal rafforzamento che si ha dall'altro integrale quando i due processi si svolgono con livelli di attività non trascurabili.

Si tratta di una funzione che può concorrere a caratterizzare la tipologia del soggetto, ad esempio tra chi ricorda a lungo, o chi dimentica facilmente. Ma la casistica in proposito è piuttosto vasta perché vi sono situazioni che si ricordano a lungo e altre che vanno facilmente in oblio.

Per le componenti di corto periodo dell'intensità del legame, vanno fissate le funzioni  $s_{ij}(p_i, p_j)$  dei livelli di attività dei due processi interagenti, che nelle equazioni del tipo (11) a pag. 7 modulano il prodotto di tali livelli.

Accanto al problema di evitare che l'intensità di un legame superi valori tali da polarizzare la dinamica di insieme, queste funzioni possono venir definite in modo da assumere valori negativi, dando al legame carattere inibitorio.

Già da questa rapida scorsa emerge che l'approccio per processi concorrenti proposto, permette di affrontare una vasta gamma di problemi attraverso una opportuna specializzazione delle funzioni descritte in precedenza. La granularità possibile arriva infatti al singolo legame e al singolo processo.

Si può così andare da specializzazioni che riflettono una storia operativa molto povera, per studiare ad esempio come si costituisca la capacità di svolgere un'attività mentale più complessa e con quali effetti, anche con riferimento al periodo prenatale.

E si può arrivare sino a specializzazioni che riflettono nella loro specificità particolari patologie.

## Le condizioni iniziali e le interazioni con l'ambiente

Alla specializzazione dell'approccio vista in precedenza, vanno aggiunti i dati classici per la soluzione di un sistema di equazioni differenziali: cioè

- le condizioni iniziali a partire dalle quali si vuole studiare l'attività
- le interazioni con l'ambiente che si vogliono far intervenire

le seconde sono analoghe alle funzioni che determinano una soluzione particolare di un sistema di equazioni differenziali.

Tra le condizioni iniziali intervengono anzitutto per ogni legame il valore della costante  $c_{ij}(t_0)$  nell'equazione del tipo (12) a pag. 7, che stabilisce il valore iniziale della componente di lungo periodo dell'interazione tra i processi.

Si tratta di valori che hanno importanza determinante nello studio del problema scelto. Infatti mentre le funzioni viste in precedenza specializzano l'approccio caratterizzando essenzialmente il modo di agire del soggetto, l'insieme dei valori delle componenti di lungo periodo, caratterizza il modo di essere dal quale il soggetto inizia l'attività che si studia.

Si possono modellare tra l'altro i vincoli di carattere anatomico con i quali inizia l'attività del caso studiato.

Le condizioni iniziali vanno poi completate dai valori dei livelli di attività dei processi con i quali inizia l'attività che si studia.

Nel complesso delle condizioni iniziali, essi caratterizzano gli effetti dell'attività pregressa: assumono quindi un ruolo fondamentale nel caratterizzare le motivazioni con cui il soggetto inizia a svolgere l'attività che si studia.

Ma queste condizioni non esauriscono il contesto. I sistemi biologici sono sistemi aperti, quindi occorre programmare le azioni dell'ambiente sul soggetto e come l'ambiente risponde alle azioni del soggetto, per il periodo di tempo nel quale si vuole studiare l'attività.

Inseriti tutti questi dati, il sistema di equazioni (13) a pag. 8 permette di calcolare come si svolge l'attività dei singoli processi elementari, e come cambia la configurazione dell'intensità dei legami.

Il numero di processi necessari per affrontare problemi che coinvolgono attività mentale è tipicamente molto alto, e il calcolo comporta il ricorso a programmi di calcolatore.

I risultati sono tipicamente i valori successivamente assunti dai livelli di attività dei singoli processi nell'intervallo di tempo considerato, e i valori contemporaneamente assunti dalle componenti di breve e lungo periodo dell'intensità dei legami.

L'analisi dei risultati si prospetta molto simile a quelle sui risultati di osservazioni e di misure fatte sul funzionamento di sistemi fisici e architetture biologiche. Tipicamente grafici che visualizzano l'andamento nel tempo dei valori ottenuti, e ricerca di correlazioni tra i valori assunti dalle grandezze misurate.

Dai vincoli stringenti che in psicologia occorre indurre sui soggetti dell'esperimento per avere risultati ragionevolmente ripetibili, ci si aspettano dinamiche complesse, e quindi una certa quantità di dati grezzi.

Per l'animale è infatti necessario un condizionamento forte. Per l'uomo si mettono in atto circostanze altrettanto stringenti e specifiche, oppure si ricorre alla descrizione linguistica del compito, che di solito contiene informazioni sul tipo di risultato atteso. Quando poi, il compito non diventi addirittura verificare se sussista il risultato che ci si attende dall'esperimento.

Quest'ultima annotazione ci porta ad apprezzare di questo approccio l'aver l'attività mentale insieme a quella con cui è ottenuta.<sup>13</sup>

L'approccio si prospetta infatti veramente prezioso in contesti nei quali l'attività mentale di interesse è ottenuta con una complessa attività mentale di anticipazione, o passando per il ricordo, oppure mettendo in atto forme articolate di consapevolezza che per programma concludono in descrizioni linguistiche.<sup>14</sup>

### La scalabilità dell'approccio

L'approccio per processi concorrenti descritto in precedenza è scalabile. Le equazioni che lo descrivono non cambiano infatti forma variando il numero di processi elementari.

La scalabilità ammette la strategia di semplificare lo studio dall'attività di cui si vuol descrivere la storia, riducendo il numero di processi elementari impiegati a quelli strettamente necessari al caso in esame.

Tuttavia non è affatto facile compiere questa valutazione e si ha un notevole rischio di perdere risultati significativi che intervengono soltanto avendo in atto un maggior numero di processi elementari.

Nel sistema globale, infatti, le attività sono tipicamente attivate da correlazioni originate dall'attività precedente, e non è facile realizzare quali specificità si perdono riducendo il numero dei processi elementari, perché è difficile immaginare come cambia la dinamica del sistema variando il numero dei processi.

## Note

1. L'approccio per processi concorrenti a cui si fa riferimento, nasce come uno strumento per lo studio del mentale in termini di attività superando un certo numero di criticità di un precedente approccio che impiegava attività mentali come elementari. Questo precedente approccio è stato messo a punto da Silvio Ceccato nella prima metà degli anni '60, ed è stato seguito dall'indirizzo di studi che ha preso il nome di Scuola Operativa Italiana (SOI). La decisione di studiare il mentale come attività è però precedente: si tratta di una scelta dichiarata e considerata primaria nell'approccio di studio presentato da Ceccato a Parigi nel 1952 col nome di Scuola Operativa Italiana (SOI) [Ceccato, 1952]. Una sintetica presentazione della Scuola Operativa Italiana è in [Somenzi, 1987], e la rivista *Methodologia Online* ne ha spesso ospitato contributi. Nella sezione "Bibliografia generale" presenta una bibliografia pressoché completa dei contributi riferibili a questo indirizzo di studi. Anche lavori degli anni '60, non più facilmente reperibili, sono tra i *Testi online* della rivista. Tale approccio è stato utilizzato in precedenza da chi scrive per lo studio del mentale a partire dal 1959, e un elenco pressoché completo dei relativi contributi è in *Methodologia Online* nella sezione "Bibliografia generale" alla voce "Renzo Beltrame". Una presentazione di questo approccio e i motivi che hanno portato a lasciarlo in favore di un approccio per processi concorrenti sono in [Beltrame, 2020a,b].

Una prima messa a punto dell'approccio per processi concorrenti impiegato in questo scritto è in [Beltrame, 2016]. L'approccio è stato inizialmente sviluppato per integrare nell'attività in corso le funzioni tradizionalmente attribuite alla memoria, ed è stato successivamente generalizzato [Beltrame, 2020c] per superare una serie di criticità dell'approccio proposto da Ceccato [Beltrame, 2021a,b].

2. La citazione che segue è presa da una pubblicazione del *Royal College of Obstetricians and Gynaecologists* [RCOG, 2010] dedicata a *Fetal awareness* con riferimento al dolore. È tra i dati di sintesi del II capitolo "Neurobiological developments relevant to pain" che discute un importante esempio del costituirsi di una attività conscia come è il dolore che deriva da una lesione cutanea.

*During the first 8 weeks of pregnancy, the human fetus displays a range of spontaneous movements, which are not actually reflexes, as they arise from random muscle actions rather than as reactions to a sensory stimulus. However, when sensory nerves have reached the skin, mechanical stimulation of the body can produce reflex movements. This confirms that these nerve fibres are carrying information about touch and have connected to the spinal cord and activated nerve fibres controlling motor actions. The fetal spinal cord and brainstem develop well before the cerebral cortex. This means that these reflex movements occur without any possibility of fetal awareness.*

Una sintesi relativa all'innervazione cutanea è a pag. 4

*Anatomical studies of human fetal skin shows the presence of nerve terminals and fibres deep in the skin from 6 weeks of gestational age. These terminals are not nociceptors and are specialised for the processing of non-damaging sensations such as touch, vibration and temperature, rather than pain. From 10 weeks, nerve terminals become more numerous and extend towards the outer surface of the skin [Narisawa et al., 1992; Terenghi et al., 1993]. The terminals closer to the surface are likely to be immature nociceptors, necessary for pain experience following tissue damage, but they are not unequivocally present until 17 weeks [Terenghi et al., 1993]. In other mammals, newly formed fetal nociceptors are able to signal tissue damage but the intensity of their signals is weaker than in adults [Koltzenburg, 1999]. The internal organs develop nerve terminals later than the skin, beginning to appear from 13 weeks and then increasing and spreading with age, so that the pancreas, for example, is innervated by 20 weeks [Amella et al., 2008].*

3. Tale componente, che tiene conto della direzione del legame, è data per ogni coppia di processi dall'equazione (5) a pag. 6 riportata in Appendice. La componente di lungo periodo, che tiene conto della storia operativa che ha coinvolto il legame, è data invece dall'equazione (6) a pag. 6, pure riportata in Appendice.

4. Le azioni di un processo sugli altri sono date dall'equazione (1) a pag. 5 riportata in Appendice.

5. Maggiori dettagli possono essere trovati nell'appendice a questo scritto, che offre una sintesi dell'approccio per processi concorrenti adottato.

6. Contrazioni tipicamente legate al rilascio della grelina, un ormone prodotto da cellule giacenti sul fondo dello stomaco, ma anche in altre parti dell'organismo.

7. La prima formulazione di questo approccio è stata guidata dal problema di integrare le funzioni attribuite separatamente alla memoria nello svolgersi dell'attività mentale secondo il modello proposto dalla Scuola Operativa Italiana (SOI) [Beltrame, 2016]. Una prima presentazione dell'approccio nella forma sintetica qui proposta è in [Beltrame, 2018].

8. In questo modo si rinuncia alla possibilità di passare al continuo in uno "spazio di processi", oppure avere un campo di attività. In compenso si ha maggior libertà nel definire la connessione tra i processi e la loro interazione: la libertà discende dal non avere il vincolo di una connessione tra i livelli a cui si svolgono le varie attività. La difficoltà sarebbe qui far tornare la connessione continua tra i valori dei livelli di attività nello spazio delle attività, con quella richiesta dalla somma delle azioni dei vari processi che si propagano nello spazio dei legami: le singole azioni sono infatti le derivate rispetto al tempo dei livelli di attività.

Una ulteriore possibilità per il livello di attività di un processo è definirlo come prodotto di due grandezze, impiegando la seconda per distinguere i processi sulla base di una differenza quantitativa nel modo di rispondere a ciò che provoca cambiamenti del livello di attività. E questo comporta distinguere una azione dal cambiamento del livello di attività. In meccanica si usa questo schema per velocità, quantità di moto, e forza. La possibilità non è stata impiegata nell'approccio qui esposto.

Infine, l'impiego di funzioni continue insieme alla loro derivata è un modo di evitare la contraddizione di un cambiamento istantaneo. Infatti, il cambiamento istantaneo comporterebbe che contemporaneamente si avesse e non avesse il valore iniziale, e così per il valore finale. Questo modo di caratterizzare il processo permette poi di porlo in corrispondenza biunivoca con una attività. Aspetto che è discusso con maggiore ampiezza in [Beltrame, 2020b].

9. Nelle applicazioni si incontrano spesso casi nei quali le interazioni con l'ambiente avvengono soltanto attraverso una parte dei processi elementari che compongono il sistema, distinguendo tra recettori ed effettori. E in questi casi si può anche definire una interfaccia tra il sistema e l'ambiente.

In questa presentazione si considera il caso più generale in cui qualsiasi attività elementare possa avere interazione con l'ambiente; una soluzione utile se si decide di tener conto dei processi metabol-

ici. Ciò comporta che per descrivere le interazioni si abbia un sistema di riferimento che comprenda sia il sistema studiato che l'ambiente. Si vedano in proposito le considerazioni e le avvertenze di ordine metodologico nel capitolo "On Material Frame Indifference" in [Noll, 2004a] delle quali interessa particolarmente questa conclusione, supportata da esempi presi da applicazioni della meccanica dei continui [Noll, 2004b, p.29].

*The constitutive laws governing the internal interactions between the parts of the system should not depend on whatever external frame of reference is used to describe them. ... It is important to note that the principle applies only to internal interactions, not to actions of the environment on the system and its parts, because usually the frame of reference employed is actively connected with the environment.*

10. Le difficoltà derivanti dall'intervento di seguiti precostituiti di attività elementari nella dinamica dell'attività globale, erano stati discussi con riferimento all'approccio della SOI in [Beltrame, 2012]

11. Le velocità di propagazione lungo le fibre nervose sono stimate variare nell'uomo tra 0.2 e 120 m/s, con velocità più alte lungo le fibre mielinate.

12. Le attività elementari in questo approccio sono pensate tutte uguali, per quanto sia possibile definirne un certo numero di tipi con modifiche dello schema generale che risultano marginali. Si può anche considerare che il loro numero vari nel tempo. In questo caso vanno però aggiunte le relazioni che descrivono quando una nuova attività si aggiunge e quando cessa. Inoltre, quando una attività interviene o cessa bisogna modificare tutto l'insieme dei legami fra le attività elementari. Siccome tutto questo va fatto comunque dipendere dai livelli a cui si svolgono le attività e dall'intensità dei legami, si è preferito mantenere fisso il numero delle attività elementari, evitando questa complicazione notevole e priva di sostanziali vantaggi.

13. Il consecutivo come punto di partenza nello studio del mentale impiegando la "tecnica operativa" della Scuola Operativa Italiana (SOI), è stato esplorato in [Beltrame, 2014].

14. L'impiego della consapevolezza nella "tecnica operativa" della SOI è un caso significativo. Il passaggio all'approccio impiegato in questo scritto è però dovuto alle conseguenze che Ceccato ha voluto dare alla sua decisione di non affrontare lo studio delle interdipendenze dell'attività mentale dalle altre attività del soggetto [Ceccato, 1964, pp.131-32], conseguenze rifluite poi nella letteratura SOI. Questo aspetto è stato discusso nelle sue diramazioni in [Beltrame, 2020a].

## Riferimenti bibliografici

- C. Amella, F. Cappello, P. Kahl, H. Fritsch, S. Lozanoff, and C. Sergi. Spatial and temporal dynamics of innervation during the development of fetal human pancreas. *Neuroscience*, 154: 1477–87, Jul 2008. 12
- R. Beltrame. La svolta Newtoniana nello studio dell'attività mentale. *Methodologia Online - WP*, 259, 2012. ISSN 1120-3854. 13
- R. Beltrame. Definizioni lessicali e loro uso in contesto. Costitutivo e consecutivo. *Methodologia Online - WP*, 284:3, 2014. ISSN 1120-3854. 13
- R. Beltrame. La memoria e le sue funzioni in un approccio all'attività mentale per processi concorrenti. *Methodologia Online - WP*, 305:24, 2016. ISSN 1120-3854. 11, 12
- R. Beltrame. La dinamica dell'attività mentale in un approccio per processi concorrenti. *Methodologia Online - WP*, 323:14, 2018. ISSN 1120-3854. 12

- R. Beltrame. Il mentale in una mente che cambia. 1 - Motivi di un diverso approccio. *Methodologia Online - WP*, 347:33, 2020a. ISSN 1120-3854. 11, 13
- R. Beltrame. Il mentale in una mente che cambia. 2 - Verso un approccio per processi concorrenti. *Methodologia Online - WP*, 348:10, 2020b. ISSN 1120-3854. 6, 11, 12
- R. Beltrame. Il mentale in una mente che cambia. 3 - L'approccio per processi concorrenti. *Methodologia Online - WP*, 349:19, 2020c. ISSN 1120-3854. 11
- R. Beltrame. Uscire dal nozionismo. *Methodologia Online - WP*, 361:12, 2021a. ISSN 1120-3854. 11
- R. Beltrame. "L'Espressione plastica e il suo problema metodologico" (1964) di Silvio Ceccato. Note e commenti. *Methodologia Online - WP*, 362:22, 2021b. ISSN 1120-3854. 11
- S. Ceccato. L'Ecole opérationnelle et la rupture de la tradition cognitive. *Bulletin de la Société Française de Philosophie*, II(46-47):41–85, 1952. 11
- S. Ceccato. L'espressione plastica e il suo problema metodologico. *Il Verri*, 15:122–135, 1964. 13
- W. James. *The Principles of Psychology*. republished by Dover, 1950, New York, 1890. 1
- M. Koltzenburg. The changing sensitivity in the life of the nociceptor. *Pain*, Suppl 6:S93–102, Aug 1999. 12
- Y. Narisawa, K. Hashimoto, Y. Nihei, and T. Pietruk. Biological significance of dermal Merkel cells in development of cutaneous nerves in human fetal skin. *The journal of histochemistry and cytochemistry : official journal of the Histochemistry Society*, 40:65–71, Jan 1992. 12
- W. Noll. *Five Contributions to Natural Philosophy*. 2004a. Published on Professor Noll's website - <http://www.math.cmu.edu/wnog/noll/>. 13
- W. Noll. Updating 'The Non-Linear Field Theories of Mechanics'. In W. Noll, editor, *Five Contributions to Natural Philosophy*, page 23–39. 2004b. 13
- Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. *Fetal awareness. Review of Research and Recommendations for Practice*. RCOG Press, London, 2010. 1, 11
- V. Somenzi. La Scuola Operativa Italiana. *Methodologia*, 1, 1987. ISSN 1120-3854. 11
- T. Stankovski, T. Pereira, P. V. E. McClintock, and A. Stefanovska. Coupling functions: Universal insights into dynamical interaction mechanisms. *Rev. Mod. Phys.*, 89:045001, Nov 2017. doi: 10.1103/RevModPhys.89.045001. URL <https://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.89.045001>. 8
- G. Terenghi, M. Sundaresan, G. Moscoso, and J. M. Polak. Neuropeptides and a neuronal marker in cutaneous innervation during human foetal development. *The Journal of comparative neurology*, 328:595–603, Feb 1993. 12