

Le funzioni attribuite alla memoria in un approccio all'attività mentale per processi concorrenti.^a

Renzo Beltrame^b

L'idea guida di questo intervento è trattare l'attività mentale come un'attività complessa, articolata in più attività che si svolgono in parallelo ed interagiscono tra loro: studiarla quindi come un sistema a processi concorrenti.

È caratteristica saliente del modello qui discusso spingere l'articolazione dello schema a processi concorrenti sino ad una granularità che consenta di comprendervi unitariamente le diverse funzioni usualmente attribuite alla memoria, e l'apprendimento.

Le interazioni tra i processi possono essere viste come reciproci vincoli tra questi, per cui ogni cambiamento in qualcuno dei processi concorrenti va pensato insieme ai cambiamenti che i vincoli comportano nei processi a cui è legato.

Visto dal lato dell'azione esercitata su un sistema così strutturato, il cambiamento indotto sul processo con cui lo stimolo interagisce direttamente risulta dipendente, perché contestuale, anche da quelli dei processi a cui è legato da vincoli.

Le considerazioni esposte ci offrono come vedremo un modello base per le associazioni di memoria. La dipendenza dal contesto modella l'influenza dell'attività precedentemente svolta, ed è insita nel modello perché attività e vincoli correnti descrivono il contesto nel quale intervengono le azioni.

Nel contesto possiamo poi distinguere caratteri di breve e di lungo periodo, che modellano corrispettivi fenomeni di memoria di breve e lungo periodo; i cambiamenti che le attività inducono sulle mutue interazioni danno poi modo di modellare fenomeni di apprendimento e di oblio.

Il modello presenta quindi una plasticità di comportamento essenziale per la *working memory*,¹ che è uno dei nodi dell'attività cognitiva. E offre un quadro articolato e unitario dell'attività mentale, che integra nel suo funzionamento le funzioni tradizionalmente attribuite alla memoria.

Il quadro unitario diventerebbe ancora più stretto se, anziché impiegare una discretizzazione per processi concorrenti, si proponesse lo schema nel continuo. Un tentativo in questa direzione era stato abbozzato in [Beltrame, 2007].

Caratteri essenziali del modello

Punto di partenza per esporre i caratteri essenziali di questo modello a processi concorrenti è l'idea che l'organismo umano, e più in generale gli organismi biologici, siano sede di processi che si susseguono senza soluzione di continuità. Di fatto si può addirittura pensare che, su diverse scale temporali, questo carattere sia pervasivo nel mondo fisico.

Partendo dall'osservazione che vi sono caratteri nostri e degli oggetti che ci circondano che cambiano nel tempo, un modo di formalizzare questo stato di cose è descrivere come variano nel tempo i diversi caratteri.

Un processo diventa allora la descrizione del susseguirsi dei cambiamenti di un solo carattere, perché soltanto in questa forma può diventare oggetto di esperimento scientifico, dove per la ripetibilità si richiede che ogni esperimento abbia una sola variabile dipendente. Di qui l'idea di più processi che si svolgono in parallelo quando più caratteri cambiano nel tempo.²

A sua volta i cambiamenti dei diversi caratteri possono non risultare fra loro indipendenti: il cambiamento di un carattere può cioè dipendere anche dal cambiamento di altri, e quindi risultarne legato. La

^aMethodologia Online <http://www.methodologia.it> - Working Papers - WP 305 - 2016

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

dipendenza è formalizzata introducendo interazioni che si svolgono in parallelo e che possono essere viste anche come un vincoli tra i processi. Di qui un modello a processi concorrenti.

Accenno soltanto, perché in questo scritto non se ne fa uso, che si possono introdurre più istanze di uno stesso processo senza stravolgere il modello. Si ha una dinamica più complessa, ma con maggiori possibilità. Sviluppi futuri decideranno se farne uso.

Il modello deve obbedire anche a vincoli di carattere metodologico che conviene richiamare perché hanno sottili conseguenze nel seguito della discussione. Nella trattazione dei processi sul continuo questi vincoli sono in parte introdotti come proprietà dell'apparato matematico con cui viene svolta la trattazione.

Il carattere usato per definire il processo può anche non cambiare e ciò è attribuito all'equilibrio delle possibili cause del cambiamento, ed è quindi momentaneo per definizione anche se può estendersi per un intervallo di tempo. Sarebbe infatti contraddittorio proporre un processo, che è possibilità di cambiamento, rispetto al quale viene attribuita a chi è proposto cambiare pure la possibilità di essere inerte, cioè impossibilitato a cambiare. L'assenza di cambiamento del carattere che definisce il processo non lo fa quindi cessare, introduce soltanto momenti di stasi.

Un qualsiasi cambiamento istantaneo è contraddittorio, perché il carattere che cambia dovrebbe contemporaneamente avere e non avere un determinato valore, poco importa se di tipo qualitativo o quantitativo. Di conseguenza quando il cambiamento è pensato nel tempo risulta continuo,

Si incontra quindi un'argomentazione di ordine logico per introdurre concettualmente un intervallo di tempo quando si parla di momento iniziale e momento finale di un cambiamento. E si tenga presente che argomentando di un cambiamento in termini di prima e dopo si può mascherare questo vincolo.

Due momenti separati da un intervallo di tempo ammettono però cambiamenti intermedi. Tale possibilità è ininfluente quando si descrive un cambiamento accaduto: in questi casi, infatti, il risultato finale è noto. Occorre invece tenerne conto quando si ipotizza che un certo cambiamento avvenga, perché si ipotizza contestualmente che nell'intervallo di tempo tra i due momenti del cambiamento non intervengano azioni che portino ad una condizione finale diversa da quella proposta.

Nella trattazione sono impiegate tipicamente due strategie. Per lo studio di casi singoli si sceglie una griglia temporale per la quale sia ragionevole supporre che nel singolo intervallo in cui si è discretizzato il fluire del tempo possano avvenire solo cambiamenti di entità trascurabile per il particolare studio in corso. Si usa cioè una successione di valori sufficientemente fitta da offrire una accettabile approssimazione dei risultati.

Per una teorizzazione più generale si preferisce descrivere un processo precisando in ogni momento la velocità con cui varia il carattere che lo definisce. L'entità del cambiamento è quindi data dal valore di questa velocità moltiplicato per il tempo per cui agisce.

La meccanica ne propone un esempio in cinematica, dove si evita di scomporre il movimento in tratti di movimento più brevi e si introduce la nozione di atto di moto, caratterizzato appunto da un vettore rapidità, o da un campo di velocità nel caso più generale. La strategia ha poi portato a sviluppare il calcolo differenziale, e metodi sofisticati di approssimazione nei calcoli, dove interviene la discretizzazione dell'aritmetica.³

Il fatto che non cambi la velocità con cui fluisce un processo quindi non lo interrompe. Il processo continua mantenendo la sua velocità e diciamo che ha un momento, o un intervallo di tempo, in cui è stazionario. Nel caso in cui il valore della velocità sia zero, parliamo di stasi.

Nel seguito dello scritto verrà adottato questo modo di descrivere un processo, per cui quando si parla di cambiamento di un processo è implicito che si tratta del cambiamento della velocità con cui muta il carattere usato per definire quel processo.

Nel modello a processi concorrenti che stiamo delineando la velocità di un singolo processo è sempre

uno scalare, per cui verrà impiegato preferibilmente il termine rapidità che a differenza del termine velocità rimanda intuitivamente ad uno scalare, non mettendo in gioco una direzione.

Nel caso di più processi concorrenti, si possono introdurre definizioni che riguardano il modo di evolvere del sistema descritto dall'insieme dei singoli processi. Tra questi una direzione e una velocità che riguardano ora l'insieme e non singoli processi.

I rapporti tra le rapidità con cui variano in ogni momento i caratteri che definiscono i processi componenti, possono correttamente essere assunti definire la direzione secondo cui evolve il sistema descritto dall'insieme dei processi concorrenti.⁴

Si può così distinguere tra un cambiamento della rapidità con cui evolve il sistema e un cambiamento della sua direzione di evoluzione. Nel primo caso rimangono invariate le proporzioni tra le rapidità con cui cambiano i caratteri che definiscono i singoli processi componenti, nel secondo queste proporzioni cambiano. Si ha anche una stretta analogia tra numero e caratteri dei processi componenti e numero e caratteri delle coordinate con cui lo si descriverebbe sul continuo.

Un ulteriore vincolo nasce dalla nostra esperienza nel manipolare oggetti fisici che ha portato a teorizzare scambi di energia per i loro cambiamenti, e a tener conto che questi scambi incontrano un limite esprimibile come quantità di energia scambiata per unità di tempo. Ogni sistema ha un proprio limite superiore dopo il quale perde coesione, si frattura: tipico esempio la massima potenza di un motore.

Fatto salvo questo limite, gli scambi di energia richiedono un intervallo di tempo che dipende dalle azioni che li inducono e dalle condizioni in cui è in quel momento il sistema nel quale si realizzano, e questo si ripercuote sul tempo necessario a realizzare un certo cambiamento.

Nella nostra architettura biologica mettere in gioco maggiori quantità di energia e di reagenti si riflette sui processi metabolici collegati e questi sono tipicamente costituiti da catene di reazioni chimiche. Di qui una gamma molto ampia di tempi di risposta, e anche quando questi sono rapidi, una coda di effetti decisamente più lunga.

Le conoscenze di biologia, tuttora insufficienti per spiegare i processi cognitivi, costringono a schemi ipotetici, per i quali vale comunque la condizione di essere realizzabili mediante processi fisici ragionevolmente ipotizzabili nell'architettura biologica. Nello studio dell'attività cognitiva, se si decide di ragionare per attività, facendo così astrazione dalla fisicità dei processi che le realizzano, occorre dunque rispettare i vincoli che siamo andati delineando.

Ma l'annotazione è solo un caso particolare della più generale scelta programmatica che una descrizione in termini di attività deve rispettare le condizioni che sono necessarie affinché si possano avere processi fisici che le realizzano nell'architettura considerata. Altrimenti si propongono attività non realizzabili in quell'architettura.

Si tratta di una scelta che taglia alla radice ogni dualismo del tipo mente-cervello o analoghi, e in positivo decide di utilizzare come elemento unificante il funzionamento dell'architettura biologica considerata come sistema fisico.

È una scelta oggi pressoché universalmente accettata in linea di principio. Occorrono, come vedremo, precise avvertenze quando si entra nell'area in cui viene tradizionalmente messo in gioco il soggetto dell'attività che si sta studiando. In proposito vi è infatti una lunga tradizione di attribuirgli margini di autonomia e indipendenza che rimettono in gioco il dualismo rifiutato in linea di principio.

Sfortunatamente, i vincoli posti da questa scelta non sono né logicamente stringenti, né immediatamente evidenti quando si descrive una attività proponendola come svolta. E neppure quando la si considera costitutiva del risultato, dove se è diversa l'attività, è diverso per definizione anche il risultato.

Sono invece condizioni essenziali per accettare la descrizione dell'attività costitutiva di un costrutto mentale come quella di un'attività effettivamente svolta da un'architettura biologica, di solito la nostra che è oggi studiata come un sistema fisico anche sotto la spinta della biologia molecolare.

Tali scelte sono particolarmente critiche quando si studiano le cause dell'attività svolta negli approcci che propongono la scomposizione di un costrutto mentale in una struttura di costrutti elementari.⁵

Approcci di questo tipo sono presenti nello strutturalismo ed in modo abbastanza sistematico nei contributi della Scuola Operativa Italiana (SOI), frequenti su *Methodologia Online*.⁶ Le conseguenze del disattenderle sono importanti e ramificate, ma spesso mediate. Richiedono quindi uno specifico intervento a cui è dedicato l'altro mio scritto su questi WP [Beltrame, 2016b].

Gli stimoli e le interazioni modificano i processi in atto

In precedenza si è delineato il modo secondo cui sono descritti i processi: l'analogo cioè della cinematica per il movimento. Va anche delineato il modo in cui nello schema sono pensate intervenire le relative cause moventi, i motori. L'analogo cioè della dinamica per il movimento in meccanica.

L'approccio che stiamo delineando impiega nella dinamica i modi della moderna fisica classica.⁷ Il cambiamento è pensato provocato sempre da qualcosa di diverso da ciò che cambia, è cioè escluso il *causa sui*. In assenza di azioni un processo continua con i modi che aveva nel momento in cui le azioni sono cessate. Si assume come elementare l'azione tra due cose, e a questa corrisponde una reazione uguale e contraria.

Come si è ricordato in precedenza, i singoli processi componenti sono caratterizzati in ogni momento dalla rapidità con cui cambia una delle caratteristiche del sistema in cui è pensato avvenire, quindi il non avere azioni su un processo porta alla sua stazionarietà, non al suo arresto.

In assenza di azioni anche le attività continuano quindi con i caratteri del loro processo stazionario sottostante e si realizza un fatto che in ambito cognitivo viene attribuito spesso ad una funzione propulsiva della memoria.

Va però sottolineato che in sistemi complessi e aperti all'ambiente, come gli organismi biologici, azioni ed interazioni sono statisticamente sempre presenti, per cui la loro assenza è dovuta ad azioni opposte che si equilibrano.

Su ogni singolo processo agisce in ogni momento l'insieme delle azioni che questo subisce. Se le interazioni si equilibrano, la risultante sarà nulla e il processo procederà con la stessa rapidità, quindi stazionario, oppure se era in stasi resterà tale. Se le interazioni non si equilibrano, la risultante non sarà nulla e indurrà un cambiamento nella rapidità di quel processo. Il cambiamento potrà portare a una maggiore o minore rapidità con cui il processo fluisce, cioè ad una sua accelerazione o rallentamento.

Il cambiamento della risultante dipenderà da uno stimolo esterno, o dal cambiamento nell'intensità dell'interazione con qualcuno dei processi a cui il processo è legato, di solito un mixing dei due tipi. E tutto questo mentre anche tutti gli altri processi sono in atto con una analogia dinamica.

La presenza statisticamente continua di azioni ed interazioni mette in evidenza un carattere fondamentale del modello a processi concorrenti: i vari processi sono continuamente costruiti dall'effetto che la risultante delle azioni ha sul cambiamento del carattere del sistema che si è usato per definire il processo.

Non si hanno quindi processi predefiniti nel loro svolgersi come accade in un modello per costrutti, ad esempio il modello SOI, dove i processi si descrivono scomponendoli in una struttura di processi e loro rapporti entrambi elementari.

Cambiando la genesi dei processi, cambia ovviamente anche la descrizione della loro dinamica. A prima vista sembra più gestibile quella di un modello per costrutti, perché comporta far partire un insieme di componenti elementari, processi e loro rapporti, secondo una certa sequenza temporale, la logica cioè del *main program* dei nostri computer.

Il prezzo pagato è però una complessità concettuale che cresce molto rapidamente ed è a rischio di contraddizioni quando si introduca l'apprendimento e l'adattabilità al contesto.

Va inoltre aggiunto che le scelte delineate in precedenza, in particolare l'esclusione del *causa sui*, sono scelte obbligate in un contesto interdisciplinare, perché i processi che accadono nella nostra architettura biologica sono studiati come processi fisici.

Riscrivere la fisica con questa diversa scelta di base ha un costo troppo elevato, e i cambiamenti prodotti dall'interazione tra la fisicità del nostro corpo e gli oggetti fisici circostanti vanno ammessi, altrimenti i controesempi sarebbero immediati.

L'approccio per processi concorrenti, dove i processi muovono continuamente sotto la spinta delle azioni che subiscono, porta poi a recuperare la motivazione in tutta la sua ampiezza.

Infatti la motivazione conserva qui intatta l'apertura che le deriva dall'interazione con i processi, cognitivi e non, che si stanno svolgendo nella nostra architettura biologica, tra cui quelli che ascriviamo all'interazione con l'ambiente mediata dalla nostra fisicità.

E tutto questo senza che intervengano limitazioni a priori imposte da caratteri che si è deciso di attribuire all'attività cognitiva, ad esempio il livello di consapevolezza, caratteri che intervengono invece nei costrutti elementari dell'altro approccio.

Nel modello a processi concorrenti che stiamo delineando i cambiamenti avvengono poi sistematicamente in contesto perché le azioni intervengono su processi in atto, quindi nello stadio che questi stanno attraversando, che non è necessariamente sempre lo stesso nei vari casi.

Il modello offre quindi un approccio con cui affrontare la ricca casistica della dipendenza dal contesto che si incontra nell'attività mentale e più in generale nell'attività degli organismi biologici.

Negli esperimenti di psicologia è prassi consolidata inserire nel protocollo dell'esperimento una guida linguistica, cioè un contesto, sufficientemente vincolante da rendere i risultati dei diversi soggetti fra loro ragionevolmente confrontabili, e ne vedremo in seguito degli esempi.

Ma già nei primi anni '60, lavorando ad un progetto di traduzione meccanica, si era constatato che anche per la stimolazione linguistica la dipendenza dal contesto era fondamentale e andava presupposta nelle frasi corte e isolate per limitare le diverse interpretazioni altrimenti possibili.⁸

I processi in cui è articolato il funzionamento della nostra architettura biologica sono a loro volta pensati interagire tra loro e non semplicemente fluire separati in parallelo. E le azioni, che interagiscono selettivamente con alcuni processi, modificano non soltanto questi ma anche tutti quelli che sono ad essi collegati da qualche interazione.

Con riferimento all'attività cognitiva si può sempre decidere quali processi della nostra architettura biologica si intende impiegare per definirla, e in questo modo si introduce una distinzione. La distinzione diventa una frattura nell'attività umana se, dopo aver introdotto la distinzione, non si introduce anche un capitolo dedicato ai rapporti che intercorrono tra ciò che si è distinto e il resto dell'attività umana.

L'interazione tra i processi, che è un'altra caratteristica dell'approccio che andiamo delineando, è una risposta a questa problematica che come vedremo offre un modo concettualmente semplice di integrare le varie azioni in corso, comprendendovi anche diversi aspetti della memoria.

L'interazione come legame tra i processi.

Nel caso di processi concorrenti l'interazione tra i processi che si svolgono in parallelo è un carattere costitutivo. L'interazione è contestuale allo svolgersi dei processi e nell'approccio che stiamo delineando mima un campo di forze su un continuo. L'interazione è cioè presente in teoria tra tutti i processi, le differenti intensità rendono nella pratica trascurabili molte interazioni per la loro bassa intensità. Ma tutto questo è dinamico, potendo l'intensità variare come vedremo nel tempo.⁹

Un esempio elementare di due processi fra loro interagenti è illustrato in Fig. 1 a pag. 6 dove abbiamo due pendoli collegati da una molla: cioè due processi oscillatori legati da un'interazione di tipo elastico.

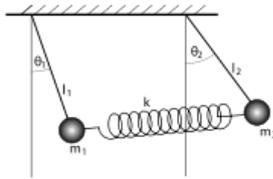


Figura 1: Un esempio elementare di due processi fra loro interagenti.

Si tratta di un modello semplice, che ci mostra però come il vincolo varia di intensità e direzione nel tempo pur mantenendo i medesimi caratteri, perché la molla che collega i due pendoli non cambia le sue caratteristiche col funzionamento.¹⁰ Illustra quindi bene come un'interazione fra processi stabilisca in generale un collegamento variabile tra questi.

L'insieme delle interazioni può essere pensato anche come un sistema di vincoli tra i processi, e abbiamo una immediata visualizzazione di come gli stimoli non cambino solo i processi su cui agiscono selettivamente, ma con i tempi e i modi che risultano dall'interazione, pure quelli a loro collegati.

Un semplice esempio di questo fatto ci è offerto da un'automobile sul ponte del meccanico. Possiamo far ruotare agevolmente una ruota motrice col cambio in folle, ma se inseriamo il cambio dobbiamo muovere anche il motore a cui ora è collegata, e cambiando marcia sul cambio abbiamo una diversa intensità del vincolo.

Si hanno esempi più complessi e più vicini alla nostra problematica quando un oggetto si deforma per cause interne. Il cambiamento di ogni sua parte è ora ascrivuto all'azione di altre parti, e se lo vediamo nell'insieme, all'interazione delle parti fra loro.

L'interazione tra i processi in atto non si traduce soltanto in una maggiore varietà di comportamento, induce anche forme di cooperazione tra i processi che rendono l'organismo molto più resistente a picchi di stimolazione. Ma essenziale è un altro aspetto.

In un modello a processi concorrenti i processi e le interazioni sono come abbiamo visto continuamente in atto. Le interazioni intervengono infatti contestualmente al fluire di ogni processo, legandolo a quelli degli altri processi collegati da interazioni.

Se descriviamo il fluire di un processo come indicato in precedenza, dando in ogni momento la sua rapidità, l'interazione è sempre in atto: sia quando il processo cambia rapidità, sia quando per inerzia fluisce stazionario, sia quando è in stasi, perché cambiamenti nella risultante delle interazioni possono sempre rimetterlo in moto.

Ad ulteriore conferma di quanto sia pervasivo questo modo di funzionare possiamo portare l'esperienza della nostra tecnologia, dove i processi che si svolgono separatamente senza interazioni richiedono accurate schermature e modifiche all'ambiente in cui lavorano per bilanciare la fragilità di un funzionamento che si vuole stereotipo rispetto ad azioni esterne, qui pensate disturbi, sempre presenti.

È in questo modo di funzionare, in questa dinamica, che diventa completa e selettiva la realizzazione della funzione di mantenere attivo ciò che è appena stato fatto. La mediazione dell'interazione rende però gli effetti quantitativamente molto vari.

Un processo può infatti risultare attivo e coinvolto in un cambiamento perché interagisce con uno stimolo esterno, ma può risultare attivo e coinvolto in un cambiamento anche perché un'interazione lo lega a un processo che sta interagendo con uno stimolo o con un altro processo.

A sua volta è la risultante delle azioni su un processo che produce il cambiamento della sua velocità, e l'effetto di un'interazione può risultare trascurabile in presenza di altre molto più intense.

La velocità che assume il processo, cioè quella con cui cambia il carattere del sistema che è stato usato per definire il processo, si ottiene poi sommando questo cambiamento alla velocità che ha il processo in

quel momento.

Di quanto infine è variato in un certo intervallo di tempo il carattere del sistema usato per definire il processo, va calcolato tenendo conto dei valori assunti dalla sua velocità durante tale intervallo.

La dipendenza di quest'ultimo effetto dall'insorgere di un'interazione, che è quanto cerchiamo spesso intuitivamente, è quindi una correlazione fortemente mediata dai passaggi descritti in precedenza che mettono in gioco aspetti quantitativi del contesto nel quale l'interazione interviene. Il calcolo sul caso preso in esame diventa quindi una necessità.

Dal punto di vista metodologico, l'interazione all'interno del modello a processi concorrenti che è stata discussa in questa sezione è pensata come un tipo di processo di cui interessano solo gli effetti sui processi elementari del modello.

Un suo meccanismo di azione, che la rende plausibile nella nostra architettura biologica, ci viene dal considerare l'interazione tra processi un'interazione fisica tra i componenti di questa architettura. È così ricondotta a scambi di materia e di energia tra questi, quindi, per ogni tipo di interazione, specifici processi che accadono sia nelle cose che consideriamo interagire, sia nell'ambiente in cui queste sono pensate. E i processi elementari del nostro modello a processi concorrenti diventano processi fisici che si svolgono in certe parti della nostra architettura biologica.

I cambiamenti dell'interazione

In un modello a processi concorrenti i processi e le interazioni sono come abbiamo visto continuamente in atto perché le interazioni intervengono contestualmente al fluire dei processi. L'intensità della singola interazione può dipendere da diversi fattori a cui qui accenniamo brevemente.

Una dipendenza dell'intensità dell'interazione dai valori delle rapidità dei due processi interagenti la lega anche a quanto è successo in precedenza già nel caso più semplice in cui la relazione tra la sua intensità e i valori delle rapidità sia retta da una pura costante di proporzionalità che non cambia nel tempo.

Infatti la rapidità del processo è in ogni momento un elemento che ne caratterizza lo stadio attraversato, e come abbiamo visto, azioni e interazioni inducono cambiamenti di rapidità che si somma a quella corrente. La rapidità integra quindi in ogni momento la storia dei cambiamenti intervenuti, per cui l'intensità dell'interazione acquista una dipendenza implicita dalla storia del processo.

Acquista anche una dipendenza implicita più vasta, perché i cambiamenti di rapidità dipendono dalla risultante, somma algebrica, di tutte le azioni e interazioni che interessano il processo, perché possono indurre una accelerazione o un rallentamento. E nell'intensità delle interazioni possono intervenire le rapidità dei processi collegati. L'intensità dell'interazione viene così ad avere per transitività una dipendenza che può interessare parecchi processi.

Si prospetta perciò assai difficile seguire i cambiamenti dell'interazione senza l'ausilio di strumenti che permettono di tener conto di molti dati: tipicamente la simulazione su calcolatore della dinamica dei processi e la visualizzazione grafica dei risultati.

La relazione che lega l'intensità dell'interazione alla rapidità corrente dei processi interagenti può venir articolata in vari modi. Il più immediato è la sostituzione della proporzionalità diretta con una dipendenza dal valore della velocità: a basse velocità, ad esempio, si può avere una intensità maggiore di quella che si avrebbe con una proporzionalità diretta.

Un altro modo è variare il livello base dell'intensità di un'interazione. Un'interazione può così diventare di livello così basso da essere statisticamente ininfluenza. Ma può anche venir modulata facendola crescere ogni volta che supera un certo valore e facendola diminuire in proporzione al tempo per cui sta al disotto di un certo valore. Un'interazione risulta così più intensa se è stata sollecitata di frequente e affievolirsi per basse sollecitazioni, realizzando così risultati dell'apprendimento.

Invece dell'intensità di base di una interazione, se ne può variare la rapidità con cui segue le cause che la fanno variare. In effetti viene variato un parametro che è sempre in gioco perché, come abbiamo visto, i cambiamenti non sono mai istantanei. E la rapidità del cambiamento di velocità di un processo, cioè la sua accelerazione, è legata all'intensità della risultante delle azioni e interazioni sul processo.

Il legame più semplice è al solito una proporzionalità diretta, ma si può pensare far variare selettivamente le costanti di proporzionalità dei singoli processi, la loro inerzia, o ricorrere a modi più sofisticati. La rapidità della risposta ha comunque effetti notevoli perché varia il momento nel quale un cambiamento dà il suo contributo, quindi la situazione in cui interviene la sua azione. E in questo modo produce cambiamenti diversi nella configurazione del sistema a seconda del momento in cui interviene.

Nella trattazione dei sistemi biologici si incontra spesso una dinamica descritta in termini di innesco o inibizione di processi, considerando cioè solo i casi estremi o impiegando una logica fuzzy, che pure è ricca di conseguenze nella sua schematicità. Se si mettono in gioco gli aspetti quantitativi, si ha una maggiore plasticità e quindi ricchezza di comportamenti, e si limita anche la necessità di introdurre processi correttivi che spesso derivano soltanto dall'aver impiegato una logica on/off.

Gli esempi sinteticamente esposti mostrano tuttavia solo alcune delle possibilità offerte da un modello a processi concorrenti e dalle attuali conoscenze di biologia. Significativamente, però, gli esempi sono tutti improntati all'utilizzo dei soli valori attuali delle variabili che descrivono la velocità dei processi e l'intensità delle interazioni. Valori, cioè, che dipendono dalla storia del processo e dell'interazione in maniera implicita, cioè attraverso le circostanze che il sistema ha incontrato.

Di proposito, quindi, nella discussione si evita di far intervenire sequenze storiche di tali valori, perché in qualche misura ciò equivale ad introdurre sviluppi precostituiti dei processi, e si preferisce aderire strettamente alla strategia secondo la quale il fluire dei processi è costituito momento per momento dalle azioni esercitate su di loro.

Il modello ammette anche riorganizzazioni dei processi che compongono il sistema complessivo e che possono venir legate a fatti come la trascrizione di parti del DNA sino a quel momento mai trascritte, o come la formazione di nuove proteine. Il punto è qui avere abbastanza informazioni per legare questi fatti e i loro sviluppi all'attività in corso, evitando di introdurre sviluppi precostituiti.

Gli effetti di altri cambiamenti nell'espressione genica, tipicamente la frequenza con cui sono trascritti i vari geni, comprendendovi anche l'attivazione e il silenziamento, hanno come controparte i cambiamenti nelle interazioni tra i processi discusse in precedenza.

Gli organismi biologici offrono del resto molte altre situazioni che potrebbero realizzare i cambiamenti sin qui esemplificati: dalle reazioni chimiche che variano la concentrazione di sostanze presenti o ne producono di nuove, ai mutamenti di forma, e quindi dell'attività, delle macromolecole, sino alla formazione di complessi o loro dissoluzione, o a modifiche anche qualitative dei metabolismi.

Per un verso si è di fronte ad un mondo tanto ricco di possibilità che il problema diventa spesso trovare un ragionevole mixing che realizzi i risultati osservati. Per un altro si ha la difficoltà, tutta sul versante della biologia, di legare a un giro più vasto di attività il verificarsi delle circostanze locali a cui si ferma spesso la nostra attuale conoscenza delle cause dei processi biologici.

Nel modello sin qui delineato l'interazione è considerata pervasiva e quindi sempre attiva, al limite con livelli basali bassi e con la sola eccezione di barriere anatomiche effettivamente schermanti. L'introduzione di nuovi processi è qui evitata, ed è comunque pensata soddisfare questa regola trattandosi, appunto, di un modello a processi concorrenti e non semplicemente paralleli.

I cambiamenti nell'intensità dell'interazione appaiono sufficienti a dare plasticità al sistema, potendo arrivare a simulare con valori sufficientemente bassi la perdita di un legame; mentre all'altro estremo, la storia dell'attività svolta e le circostanze, possono rendere selettivamente più alte certe interazioni, simulando il sorgere di nuovi legami.

Non sono esclusi neppure fenomeni di instabilità, legati tipicamente alla rottura di legami perché l'intensità dell'interazione supera il limite massimo sopportabile. Come spesso accade in questi casi, si ha una rapida, diversa distribuzione dell'intensità dei restanti legami che interessa tipicamente molti processi. Nei sistemi complessi i processi direttamente coinvolti nella rottura risultano di solito ancora connessi, anche se attraverso una o più catene di processi intermedi.

I cambiamenti delle interazioni sono un elemento particolarmente critico nel dare plasticità al funzionamento del modello a processi concorrenti, quindi alla caratteristica fondamentale per proporci di usarlo per modellare l'attività mentale. Con questa sezione abbiamo completato la presentazione delle linee guida del suo funzionamento, il resto dello scritto è dedicato a descriverne articolazioni importanti che si sono stabilizzate nella nostra storia.

Le tradizionali funzioni della memoria integrate nell'attività

Le funzioni attribuite usualmente alla memoria si integrano come vedremo automaticamente nel modo di funzionare del modello a processi concorrenti.

La funzione associativa della memoria, o se vogliamo la memoria associativa, è realizzata dalle interazioni in atto che possono essere viste anche come associazioni.

Rispetto al tradizionale modo di vedere le associazioni tra costrutti mentali, si presenta qui più analitica, ma semplicemente perché sono più analitici i processi elementari. Nel modo di svolgersi dei processi esposto nelle sezioni precedenti sono quindi le interazioni con la loro intensità a svolgere le funzioni tradizionalmente attribuite alla associativa.

Il fatto che i processi fluiscono con una certa rapidità e che i cambiamenti non siano istantanei,¹¹ integra a sua volta nel funzionamento del modello a processi concorrenti una funzione propulsiva attribuita alla memoria.

Il singolo processo ha come abbiamo visto la tendenza a procedere con la rapidità del momento, e questa tendenza diventa evidente quando sul processo non agiscono stimoli esterni o interazioni con altri processi, di solito perché si equilibrano tra loro piuttosto che essere assenti.

A sua volta i cambiamenti quando intervengono non sono istantanei, ma si realizzano in un certo tempo, e il processo presenta quindi una certa inerzia che dà continuità al suo fluire.

Per l'intero sistema o per un gruppo di processi, i rapporti tra le rapidità dei processi componenti, che come si è visto all'inizio, possono individuare una direzione di evoluzione dell'attività globale, vengono ad avere anch'essi una continuità, ereditata dalla rapidità dei processi componenti e dall'intensità dell'interazione tra i processi, che non possono cambiare istantaneamente.

Il nuovo corso di un'attività si ottiene poi applicando i cambiamenti alla rapidità attuale di ciascuno dei processi interessati, e si individua così la nuova direzione di evoluzione dell'attività. I cambiamenti riguardano anche le interazioni tra i processi, quindi cambia pure il contesto nel quale interverranno le azioni future.

Ritroviamo così un'altra caratteristica della funzione propulsiva della memoria: una dipendenza dal passato continuamente rinnovata da ciò che accade.

In conclusione, una funzione propulsiva della memoria diventa in questo modello a processi concorrenti un modo di manifestarsi della sua dinamica.

Infatti, proprio perché i cambiamenti sia del fluire dei processi elementari che delle interazioni non sono istantanei, si ha una tendenza a procedere in modo stazionario, conservando quindi i caratteri correnti sia dei processi che delle interazioni.

Le azioni e le interazioni a loro volta cambiano i funzionamenti e le interazioni in atto e cambiano i caratteri correnti dei processi e la direzione di evoluzione, ma anche la configurazione dell'intensità delle

interazioni, cioè il contesto.

Anche le motivazioni e le pulsioni diventano allora momenti di questo funzionamento che di solito avvertiamo quando la velocità con cui l'attività fluisce ha significative accelerazioni, cioè una tendenza a cambiamenti notevoli della rapidità e della direzione secondo cui scorre.

Si tratta di una modulazione che sfugge di solito ad una consapevolezza diretta, tanto che delle motivazioni e delle pulsioni avvertiamo piuttosto i risultati, e gli effetti statisticamente prevalenti sono proposti come un tratti del carattere e del comportamento del soggetto.

Il funzionamento del modello a processi concorrenti rende anche non necessaria una distinzione tra attività costitutiva e sue dipendenze con la quale in un approccio per costrutti si era tentato negli anni '60 di tradurre le funzioni attribuite alla memoria propulsiva in funzionamenti del modello per l'attività mentale.¹² La distinzione era invece una conseguenza del serializzare per costrutti il fluire dell'attività mentale.

In un modello basato su una serializzazione per costrutti, come il modello SOI, si è poi costretti ad attribuire alla memoria anche la capacità di svolgere l'attività mentale con cui vengono costruiti i costrutti.

Nella funzione associativa si propone infatti che una volta eseguita l'attività costitutiva di un costrutto questo inneschi le associazioni con altri costrutti. La funzione associativa della memoria non è quindi limitata alle attività elementari.

La memoria diventa così un modo di preconstituire il costrutto mentale, poco importa se innato o appreso perché di solito questo tipo di modelli non comprende l'apprendimento, e quindi nemmeno la ripetizione variata, che è una delle manifestazioni di come ciò che si sa fare interviene nell'operare attuale.

Siccome l'innatismo a livello dei comportamenti dell'adulto è oggi insostenibile, questo modo di proporre la memoria associativa diventa un mascherare l'assenza nello studio e nel modello della dinamica dell'attività mentale: la non esplicitazione, cioè, delle cause che portano in quel momento a quel costrutto.

In questo tipo di modelli la medesima problematica si presenta per la funzione propulsiva attribuita alla memoria. E in maniera ancora più evidente per la memoria letterale, dove la memoria dovrebbe far eseguire un blocco lungo, complesso, e articolato di attività mentale.¹³

Memoria e ripetizione

Un'altra delle classiche funzioni attribuite alla memoria, è la possibilità di ripetere un'attività in maniera idealmente identica, la cosiddetta memoria letterale. E questo ci porta anche, come vedremo, ai meccanismi con cui si realizza un'attività mentale articolata.

Se si decide di studiare il mentale come attività, la memoria procedurale diventa pervasiva. Interviene infatti un saper fare con le sue componenti ripetitive e la distinzione con una memoria dichiarativa perde i caratteri di un'antitesi.

Nel funzionamento del modello sin qui delineato, va quindi integrato il ripetersi identico di un'attività che si estende per un periodo di tempo lungo, che comprende quindi molti cambiamenti nei processi e nelle interazioni.

Iniziamo con un caso ideale: la ripetizione identica di un tratto di un singolo processo. Nel funzionamento del modello a processi concorrenti che stiamo delineando debbono intervenire azioni ed interazioni che facciano assumere al processo la stessa rapidità che aveva all'inizio del tratto, e che successivamente inducano gli stessi cambiamenti di velocità distanziati dai medesimi intervalli di tempo. Tra due cambiamenti il processo procede infatti stazionario, con la stessa velocità.

Per quanto nel nostro organismo vi siano processi ciclici praticamente isocroni per intervalli di tempo sufficientemente lunghi per poter funzionare da segnatempo, ad esempio il battito cardiaco, la ripetizione

di un processo memorizzando quanto tempo deve trascorrere tra i suoi cambiamenti è decisamente poco frequente. E il motivo sta nella quantità veramente elevata di informazioni che occorrerebbe memorizzare e mettere in gioco se si estendesse questa strategia a molti processi.

L'uso di un segnatempo non è pervasivo, e quindi non può essere proposto come costitutivo del funzionamento con cui si ripete il tratto di un processo. Sono invece, come vedremo, coincidenze con i cambiamenti di altri processi ad avere un impiego molto vasto nel ripetere l'articolazione nel tempo di un processo.

Lo illustra immediatamente un esempio abbastanza elementare come il dito indice che va a premere un tasto nella tastiera dei piani in un ascensore. Con l'avvertenza che siccome prendiamo un esempio dalla nostra vita quotidiana, nel nostro modello saranno in gioco fasci di processi coordinati. Le strategie andranno quindi trasferite per analogia al singolo processo.

Saltiamo il movimento di avvicinamento della mano, che dipende da circostanze che possono risultare diverse da caso a caso. Proprio per questa variabilità si tratta di attività che tendono a non rientrare tra quelle che si impara a ripetere invariate. Qui si ha come antecedente il prendere l'ascensore per andare ad uno dei piani.

Partiamo quindi dal momento in cui la mano, che si muove con l'indice disteso e sporgente, è abbastanza vicina al tasto. Abbiamo in atto due fasci di processi che si svolgono in parallelo, ciascuno al proprio interno coordinato. Uno è il movimento della mano con l'indice disteso, e l'altro la percezione visiva dell'insieme mano e tasto sulla tastiera.

A un certo punto acquista intensità un terzo fascio di processi, tattile, che corrisponde alla percezione di toccare il tasto col dito disteso, al quale risulta associato un arresto del movimento della mano.

L'interazione tra due fasci, percezione visiva e movimento, è sostituita ora da una interazione tra tre fasci perché è intervenuta la percezione tattile. E possiamo ragionevolmente supporre che l'interazione tra movimento e percezione visiva sia diminuita di intensità, mentre risulti molto forte quella tra movimento e percezione tattile.

Ad interagire in modo intenso con il movimento è ora la percezione tattile attraverso l'interazione tra suoi processi e processi con i quali l'insieme dito e mano esercita una forza sul tasto.

Ed infine è l'interazione con un altro fascio di processi, la percezione dell'ascensore che si mette in moto, a far cessare di premere il tasto: di solito si stacca il dito dal tasto.

Come si è premesso dobbiamo fare astrazione dalla complessità dei tre processi e trasferire per analogia ai processi elementari del nostro modello i modi di azione visti nell'esempio, e due modi ci sono suggeriti.

Uno che, visto dal lato di un singolo processo, è costituito da interazioni particolarmente intense con certi altri processi che ne determinano i cambiamenti e contestualmente subiscono modifiche per effetto dei suoi cambiamenti. È esemplificato nella situazione proposta in precedenza dal movimento del dito e della mano contestuale alla percezione del dito e del tasto sulla tastiera.

L'altro che, visto sempre dal lato di un singolo processo, è costituito dalla crescita di intensità dell'interazione di un ulteriore processo, cioè l'inserirsi di un nuovo processo al livello di interazione che intercorre tra i due presi in esame, con i relativi cambiamenti indotti. E i cambiamenti avvengono perché le interazioni con il terzo processo danno ora un contributo più alto alla risultante delle azioni sui processi in gioco.

Nell'esempio ciò è dato dalla crescita dell'intensità di interazione del fascio di processi tattili stimolato dall'appoggio del dito sul tasto, che in termini di consapevolezza è spesso descritto, in maniera fuorviante per la nostra discussione, come l'arrivo di un nuovo evento.

Entrambi i modi non introducono nuovi funzionamenti nel modello sin qui delineato, impiegano i funzionamenti di base nei quali è presupposto che le interazioni inducano cambiamenti che avvengono contemporaneamente nei processi interessati. A modificare le interazioni tra i processi in modo che ciò

accada con sistematicità, è tipicamente l'apprendimento, a cui è dedicata una specifica sezione.

Nel modello a processi concorrenti come nelle architetture biologiche dove abbiamo contemporaneamente attivi più processi, questi modi interessano di solito più processi in parallelo, come del resto suggerisce l'esempio proponendo fasci di processi, e soprattutto intervengono in un più ampio contesto che gioca un ruolo essenziale.

Ce ne offre un immediato esempio il suonare a memoria un pezzo musicale su uno strumento che supporremo inizialmente a nota singola, per semplicità un flauto diritto.

Abbiamo anche qui due fasci di processi intensamente interagenti: la percezione del suono emesso dallo strumento, e il movimento delle dita, delle labbra e del soffiare nello strumento. L'associazione è qui tra il cambiamento nella percezione indotto dall'intervento della nota che si suona e i movimenti per produrre la nota che segue.

La fenomenologia mostra che la percezione di una certa nota non scatena sempre i movimenti per suonarne una determinata altra, e questo porta a far intervenire il contesto come ulteriore elemento che determina i movimenti per suonare la nota successiva.

Il modello a processi concorrenti offre per questo una soluzione integrata con il funzionamento di base perché la stimolazione indotta dalla nota che si suona interviene su uno specifico quadro di funzionamenti in atto e vi produce una serie di cambiamenti tra i quali troviamo quelli che inducono i movimenti per produrre la nota successiva. E soprattutto insieme a quelli che modificano ulteriormente il quadro dei funzionamenti in atto producendo il nuovo contesto entro cui interverranno le successive stimolazioni, a partire dalla percezione della nota che si sta andando a suonare.

In musica ricordare il contesto è particolarmente pesante, soprattutto se si suona uno strumento che permette più note contemporaneamente come il pianoforte. Tant'è che accanto al suonare a memoria, si suona con sul leggio la pagina di musica su cui è annotata la sequenza di note e silenzi da eseguire, con le loro durate relative e altre altre informazioni essenziali tra cui il tempo e l'indicazione di metronomo.

Diventano qui immediatamente evidenti alcuni fatti che si hanno anche nel suonare a memoria. All'inizio, insieme al costituirsi di un contesto iniziale indotto dalla decisione di suonare un certo pezzo di musica che determina la prima nota da suonare, interviene un segnatempo che determina la durata della prima nota e la rapidità del movimento iniziale sulla base dell'indicazione di metronomo.

Il resto può poi procedere avvalendosi della durata relativa delle singole note che nella notazione moderna è un multiplo o un sottomultiplo di due. Il modo di indurre insieme il cambiamento in due processi interviene poi in musica per sincronizzare il fluire in parallelo di più note o gruppi di note, che è decisamente il modo preferito di far musica.

Nell'esempio del dito il contesto era ugualmente presente, e il suo costituirsi iniziale era confinato nell'antefatto: si andava ad usare un ascensore.

Entrambi gli esempi ci mostrano poi che nello svolgersi di un processo non è sistematicamente presente, e quindi costitutiva, una sua articolazione in fasi successive. Il processo può fluire infatti senza alcuna frammentazione, e così può riproporsi se ce lo rappresentiamo mentalmente.

Il modello a processi concorrenti mostra quindi che anche la classica funzione di ripetere identico attribuita alla memoria, si realizza attraverso il generale meccanismo dell'interazione tra processi paralleli. Interviene quando è più intensa e continuativa l'interazione fra un certo numero di processi ed è ulteriormente intensificata per certi cambiamenti in alcuni di essi.

Tutto questo presuppone specifiche modifiche che si sono stabilite precedentemente nell'interazione tra i processi, per le quali siamo ricondotti anche all'apprendimento e alle sue tecniche.

Di questi meccanismi che stanno alla base della memoria letterale, va sottolineato che sono anche alla base di ciò che descriviamo come unità mentale, e come costruito mentale se articolato. Possiamo anzi assumere che sia il loro ripresentarsi a definire le unità mentali.

In musica infatti a far assumere un seguito di note come tema è il fatto di ripresentarsi successivamente uguale o riconoscibile. L'analogia propone a sua volta che come questa definizione di tema musicale riguardi essenzialmente la musicologia piuttosto che la musica, quella di unità e costruito mentale riguardi essenzialmente chi studia il mentale, piuttosto che l'attività mentale.

In sistema a processi concorrenti dobbiamo ricordare che altri processi sono contemporaneamente in corso mentre sono in atto quelli del ripetere identico. Se intervengono interferenze su questi ultimi, avremo scostamenti più o meno ampi dalla ripetizione identica, e al limite la sua interruzione.

Ma questa situazione, pensata come interleaving, rende conto nel modello di come interviene ciò che si sa fare in una attività in corso, cioè un'altra delle funzioni attribuite tradizionalmente alla memoria.

Le differenze tra le situazioni che portano ai due risultati, in apparenza opposti, sono di tipo quantitativo; e il tema della musicologia, che si ripresenta variato in musica, ne è una delle riprove.¹⁴

Dal punto di vista di ciò che il soggetto sa fare abbiamo quindi in ogni momento un rinforzo o un'attenuazione di certe capacità che ritroviamo come componenti della complessa e personale fenomenologia del ricordare e dell'oblio.

Il ricordare e l'oblio hanno la stessa radice nel modello a processi concorrenti sin qui delineato, sono infatti legati al livello di base dell'intensità delle interazioni tra i processi. I livelli bassi caratterizzano associazioni che statisticamente non emergono nella dinamica complessiva, ma sono presenti. Tanto che il gioco delle stimolazioni può poi variarne l'intensità e farle riemergere come associazioni, aprendo la via al costituirle come ricordi consci.

Di qui il carattere tipicamente transitorio del ricordare e di conseguenza dell'oblio, anche se i transitori sono tipicamente lunghi per l'oblio, perché l'utilizzo che produce rinforzo si alterna nella maggioranza dei casi con lunghi periodi di non utilizzo che induce indebolimento.

L'approccio che andiamo delineando integra quindi come modalità del proprio funzionamento le varie funzioni che alla memoria vengono tradizionalmente attribuite come funzionamenti aggiunti. E si ha come risultato una dinamica ricca di possibilità a cui corrisponde una grande varietà di situazioni sul campo.

Le considerazioni esposte vanno quindi prese per il solo aspetto che illustra il modo di integrare la funzione di memoria presa in esame.

A livello metodologico è importante sottolineare che il modello a processi concorrenti porta ad escludere che procedere per unità e loro rapporti sia un carattere costitutivo dell'attività mentale. Il fluire in parallelo di più processi fra loro interagenti consente infatti di avere situazioni anche parecchio complesse.

Il procedere per unità e loro rapporti interviene là dove si è portati ad impiegarlo per i più vari motivi, tra cui importante l'uso delle nostre lingue. Si tratta però di costruzioni assai più complesse di quella costituita dal fluire di più processi paralleli fra loro interagenti.

Nel modello a processi concorrenti i costrutti che derivano da una serializzazione come unità con i loro rapporti, risultano infatti da una attività assai articolata e complessa, fortemente influenzata dalla serializzazione, nella quale le interazioni e i processi intervengono con la dinamica di base delineata nelle sezioni precedenti.

Ce ne offrirà un esempio, significativo fra tutti, il ricordo, nel quale interviene l'associazione dell'attività corrente con le circostanze che portano a considerarla ripetizione di una svolta in passato dallo stesso soggetto.

Memoria e apprendimento

L'apprendimento può essere visto come un aspetto della dinamica del modello a processi concorrenti sin qui delineato. Si tratta, come abbiamo visto, di una dinamica estremamente vivace, con le interazioni tra i processi aperte a continui cambiamenti. Ammette quindi senza difficoltà anche un apprendimento con un carattere transitorio che lo raccorda con continuità alla working memory.

Infatti il funzionamento del modello integra anche l'oblio, che vediamo qui come un ridursi dell'intensità di certe interazioni per effetto di cambiamenti indotti dai funzionamenti in atto. Una funzione della memoria, l'oblio, spesso non citata ma essenziale, perché libera la nostra attività da un accumulo di ricordo che la rallenterebbe, e in molti casi la ostacolerebbe.

Con riferimento alle funzioni tradizionalmente attribuite alla memoria, soprattutto la memoria letterale, conviene però caratterizzare l'apprendimento come acquisizione tendenzialmente duratura di caratteristiche dell'interazione tra processi.

La scelta di focalizzarci su quello che si mantiene per un periodo medio-lungo permette di separare la trattazione dei funzionamenti attraverso cui si stabilisce ciò che si apprende, da quelli attraverso cui si mantiene poi nel tempo. Tra questi ultimi interviene soprattutto la ripetizione, letterale o attraverso l'integrazione nell'attività corrente di ciò che si sa fare.

La dinamica molto vivace del modello a processi concorrenti spiega anche la frequenza ravvicinata che debbono assumere inizialmente le ripetizioni perché si realizzi l'apprendimento.

La ripetizione, comunque sia indotta, attiva interazioni tra i processi che hanno già interagito tra loro, e ne induce i cambiamenti che abbiamo visto nelle sezioni precedenti. Tipicamente ne varia il livello di base. L'innalzamento, spesso descritto come rinforzo, va a sommarsi all'abbassamento che tale livello subisce per tutto il tempo per cui l'interazione è in atto con intensità al di sotto di un certo livello, che spesso è descritta come decadimento.

La fenomenologia ci porta a concludere che il decadimento è più lento del rinforzo, tant'è che una ripetizione frequente fa prevalere il rinforzo e realizza l'apprendimento. Sarà poi la fenomenologia a proporre una dipendenza da altri fattori.

Tenendo però presente che le interazioni hanno una dinamica che riduce la permanenza nel tempo di picchi di intensità, per cui sulla permanenza nel tempo degli effetti dell'apprendimento, la cosiddetta memoria di lungo periodo, acquistano maggior peso i cambiamenti del livello di base dell'interazione.

Siccome è la somma algebrica delle intensità delle interazioni che agiscono sul singolo processo a determinare i cambiamenti di quest'ultimo, le interazioni che hanno bassa intensità hanno scarsa influenza sui cambiamenti indotti, e questo porta ad attribuire maggior peso al gruppo di processi tra cui l'interazione è molto intensa. Senza tuttavia dimenticare che tale intensità non è fissa, ma ha una dinamica molto attiva.

Proprio la dipendenza dei cambiamenti di un processo dalla risultante delle azioni che vi agiscono mette in luce un aspetto centrale dell'apprendimento: la dipendenza dal contesto dell'associazione tra i cambiamenti dei processi che è alla base dell'apprendimento.

Un esempio immediato ci è suggerito dall'associazione tra la percezione di una nota e i movimenti per suonare la successiva. L'associazione va appresa insieme al contesto che individua il momento della composizione in cui deve intervenire. Infatti l'associazione tra due note non è fissa e in momenti diversi della composizione ad una stessa nota può seguire una nota diversa

La presenza del contesto risulta quindi una facilitazione, ed è automatica se si apprende in contesto come accade di solito. Nei casi in cui il contesto è povero, come per una sequenza di note o di lettere dell'alfabeto isolate, la fatica di apprendere è infatti maggiore. Sino ad avere che una singola nota, suonata senza aver creato in precedenza un contesto, non ha tendenza a suggerire un'associazione con un'altra nota.¹⁵

Un contesto che varia da ripetizione a ripetizione ci si aspetta che non favorisca l'apprendimento, perché impedisce il fissarsi di un contesto in cui far intervenire l'associazione tra i cambiamenti di due processi che è alla base dell'apprendimento.

Le dinamiche che abbiamo delineato spiegano il fissarsi non intenzionale o deliberato di una associazione o di una attività. Portano quindi a non attribuire all'apprendimento una finalità come costitutiva, limitandone la presenza ai casi in cui interviene un'attività deliberata, come spesso accade in un apprendimento organizzato. E a proposito dell'etica ritroviamo l'impostazione di Aristotele¹⁶ secondo cui il comportamento etico ha per fondamento l'abitudine.

Di proposito in questo scritto si sono cercati esempi che illustrassero i meccanismi elementari del funzionamento del modello a processi concorrenti. Ma una continua sorgente di funzionamenti che possono innescare l'apprendimento sono gli stimoli dell'ambiente, rispetto ai quali si rivela molto pertinente l'osservazione fatta in precedenza che va dato loro il carattere di processi concorrenti, vanno quindi pensati costituiti da più processi che si svolgono in parallelo e sono fra loro legati da interazioni.¹⁷ Gli effetti sono duplici.

Da un lato i parallelismi nello stimolo si traducono in parallelismi tra i processi con cui questo va ad interagire, comprese le coincidenze temporali, e questi sono modi attraverso cui si rinforza come abbiamo visto l'intensità dell'interazione tra i diversi processi. Risultano quindi arricchite le associazioni tra i processi che la stimolazione va ad interessare sia direttamente, sia attraverso i legami che questi hanno con altri processi.

Dall'altro, stimolazioni complesse sono statisticamente prevalenti, per cui la probabilità che si ripetano tendenzialmente identiche è molto bassa: anche quando contengono elementi ricorrenti, è infatti il contesto ad avere significative differenze. Si hanno quindi condizioni sfavorevoli all'instaurarsi di un apprendimento, e si hanno piuttosto occasioni di instabilità, che portano a modificare e riorganizzare ciò che si è appreso.

Per inserire lungo le linee di questo scritto un modo di apprendere che si è affermato storicamente e a cui K. Lorenz dedica il lungo cap. VII del suo *L'altra faccia dello specchio* intitolandolo *Le radici del pensiero concettuale*, impiegheremo il pianoforte come esempio.

Il pianoforte è costruito in modo da consentire soltanto un certo numero di suoni che sono in corrispondenza biunivoca con i tasti della sua tastiera. È quindi possibile notare la sequenza dei suoni che si vogliono produrre indicando la sequenza dei tasti che vanno successivamente premuti, e usare questa notazione per ripetere la sequenza dei suoni, al limite senza ricordarli come tali.

In pratica i suoni sono stati scelti tra le scale musicali in uso, e invece dei tasti si è usato il segno grafico della nota sul pentagramma che vi corrisponde, per cui se lo si impiega in questo modo, si ha un modo di apprendere e di ripetere indipendente dal contesto.¹⁸ Una situazione per molti versi ottimale in termini di informazioni da imparare e da ricordare.

Ma il pianoforte deve la sua fortuna al tocco di cui è provvisto, che permette di variare l'intensità della nota prodotta. Da ogni tasto di possono così ottenere una varietà di suoni diversi che originano una varietà ancora più grande di contesti.

Per chi ascolta, si ha una grande ricchezza di situazioni musicali diverse ottenuta impiegando una tastiera ragionevolmente limitata. Per chi suona, la singola nota acquista ora una dipendenza dal contesto che si aggiunge alla diteggiatura, e per l'apprendimento di un pezzo, come per il suonarlo, ritroviamo aspetti che abbiamo visto peculiari del suonare un pezzo a memoria.

L'uso della lingua come apprendimento continuo.

La strategia che il pianoforte illustra con immediatezza la ritroviamo nelle nostre lingue con una analogia tra i tasti e le parole. Con differenze, però, che ci permettono di delineare caratteri peculiari

assunti dalle attività che ricorrono spesso in contesti diversi.

Sul pianoforte si possono suonare più note insieme e tipicamente lo si fa, creando in partenza una stimolazione sonora costituita da un fascio di processi concorrenti, che ha i modi della stimolazione dell'ambiente, modi quindi appresi assai precocemente. Di qui il carattere di immediatezza che si attribuisce comunemente alla ricezione della musica.

Nelle nostre lingue la stimolazione primaria indotta da chi parla o scrive è costituita invece da una successione di parole. È inoltre costitutivo di una lingua che la percezione del suono o dalle grafie di una parola induca un'altra attività, e se questo non accade riteniamo che quei suoni o quelle grafie non sono considerati parole ma qualcos'altro, ad esempio suoni o disegni.

Lo schema che abbiamo visto per le stimolazioni dell'ambiente si applica interamente alla stimolazione indotta dalla parola. E siccome una stessa parola viene usata in contesti diversi, il modello a processi concorrenti ci mostra che l'uso di una parola accresce le sue associazioni includendo quelle con nuovi elementi dei contesti, e rinforza quelle con elementi del contesto a cui era stata associata in precedenza.

In questo senso l'uso della lingua comporta un apprendimento continuo. Da un diverso punto di vista, mette continuamente in atto il conoscere come produttore di conoscenza.¹⁹

Contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare da un approccio per costrutti, la ripetizione della parola non ne fissa un costrutto mentale come "significato". La pretesa è infatti figlia dell'approccio che separa nel tempo le associazioni, rendendole successive anziché contestuali, e attribuisce un peso molto minore al contesto in cui la stimolazione avviene.

L'esempio del pianoforte ci è ancora di aiuto. Chi suona ricorda la nota con un certo tocco.

E una separazione della nota dal tocco non vale in definitiva neppure per l'accordatore che impiega un diapason o un accordatore elettronico come riferimento, e usa un tocco ottimale per il confronto del suono con lo strumento di riferimento di cui si avvale.

Nel caso delle lingue possiamo porre analogie tra il lessicografo e l'accordatore, ben consapevoli, però, che l'uso della parola mostra risultati ben più variabili di quelli del tocco su un tasto del pianoforte.

La fenomenologia ci mostra infatti che l'influenza del contesto in cui la stimolazione avviene ha effetti decisamente significativi. La cosa è particolarmente evidente in un racconto, dove una parola attiva con un oggetto o una persona a cui sono associati fatti ed eventi descritti in precedenza: la parola indica così dei "personaggi".²⁰

Infatti le associazioni attivate da una parola sono spesso abbastanza lunghe e complesse da sostituirsi una all'altra piuttosto che sommarsi alle precedenti in un seguito di parole. Le nostre lingue hanno quindi sviluppato modi che, visti nel modello a processi concorrenti, rinforzano selettivamente legami tra processi attivati da parole diverse; sia legami diretti, che legami mediati attraverso catene di processi interagenti. Si tratta dei modi studiati e codificati dalla grammatiche delle singole lingue, e l'argomento rimanda per la sua ampiezza ad un approfondimento specifico.²¹

Il fatto che le parole delle nostre lingue attivino associazioni di memoria spesso ampie e complesse ne fa uno strumento meno analitico dei suoni in musica, di qui un senso di minore immediatezza, o addirittura di imprecisione, della comunicazione linguistica.

Le considerazioni precedenti mostrano invece che proprio questa caratteristica delle parole, obbliga chi parla o scrive ad impiegare una stimolazione di più parole in un certo ordine, affinché prevalgano in chi ascolta le associazioni che si propone di suscitare.

Ritroviamo qui la centralità della retorica nella comunicazione linguistica, e l'annotazione che Calvino mette in bocca al Polo ne *Le città invisibili*: «Chi comanda al racconto non è la voce: è l'orecchio.» [Calvino, 1972, p. 143], o l'aver dedicatore nelle sue *Lezioni Americane* [Calvino, 1988] quella sulla precisione alla netta individuazione di ciò che si vuole suscitare nel lettore.

Resta la diversità che impone il descrivere a parole un'attività, rispetto ad eseguirla in un sistema a

processi concorrenti, a cominciare dal tempo richiesto per costituire una situazione complessa. Diversità essenziale sia nell'apprendimento che nella didattica.

Un esempio immediato è il muoversi perpendicolarmente ad una retta sul piano, che si può fare conservando una simmetria speculare rispetto a quest'ultima; mentre la descrizione a parole porterebbe piuttosto a rappresentarsi il movimento lungo una retta che forma un angolo di 90 gradi con l'altra. Più icastiche due citazioni.

Una di K. Lorenz [Lorenz, 1973, pp. 273-280] dal *Faust* di Goethe «*Eppure parlo al vento, perché la parola tenta invano di creare le forme*», che egli condivide a proposito della difficoltà di rappresentare a parole i sistemi complessi nella loro unità, e si tratta dei sistemi biologici, ricchi di parallelismi coordinati. L'altra da Calvino, sempre ne *Le città invisibili*, che in risposta alla pretesa del Kan di avere una descrizione di Venezia senza omettere nulla di ciò che il Polo ricorda di lei, gli fa dire «*Le immagini della memoria, una volta fissate con le parole, si cancellano.*» [Calvino, 1972, p. 94].

Entro le dinamiche dell'apprendimento sin qui discusse, improntate alla plasticità e al mutamento, va introdotta la permanenza dei legami attraverso l'intenso ricambio cellulare che caratterizza gli organismi biologici complessi.²² Senza chiamare in causa mutamenti che interessino pesantemente fattori genetici, i fattori epigenetici appaiono oggi un riferimento ottimale per fatti di questo tipo.

La maggiore o minore durata dei legami tra i processi e soprattutto delle loro caratteristiche, e il loro modo di riemergere vanno però sempre lasciati al gioco dei cambiamenti indotti dall'attività.

Stiamo del resto distinguendo casi di un meccanismo pervasivo sempre presente. E infatti possiamo riformulare gran parte delle situazioni e degli esempi discussi da K. Lorenz nel suo *L'altra faccia dello specchio* [Lorenz, 1973] nei termini del modello a processi concorrenti sin qui delineato. Se ne ricava una comprensione più articolata che conferma l'utilità del quadro unitario proposto dal modello a processi concorrenti.

Anche ciò che si sarebbe tentati di supporre innato può molto semplicemente venir considerato una capacità attuale dell'individuo, risultato di una storia operativa che per l'uomo inizia vivendo alcuni mesi in simbiosi con un organismo che svolge l'attività dell'adulto.

Con riferimento a modi tradizionali di parlare della problematica qui esposta si potrebbe dire che dei cambiamenti subiti dalle interazioni, la parte che si conserva per un breve periodo modella l'adattamento di ciò che sappiamo fare alle circostanze del momento, mentre la parte che si conserva a lungo modella la memoria di lungo periodo chiarendone le tecniche di apprendimento e le condizioni di una sua permanenza attiva.

Ma proprio la discussione fatta mostra che si tratta di distinzioni di comodo, perché i due aspetti appaiono profondamente interrelati. Sino all'apparente paradosso che l'asistematicità dell'apprendimento produce piuttosto l'oblio.

Esce anche confermata l'idea che lo studio dei cambiamenti che intervengono in un modello a processi concorrenti richiede di visualizzarli con tecniche di animazione su calcolatore. Le serie di dati, oggi ancora risultato per lo più di una simulazione, si riferiscono necessariamente a precise condizioni iniziali che, come abbiamo visto, pesano moltissimo. Per trarre conclusioni di una qualche generalità serve quindi una campagna di esperimenti e simulazioni che comportano tempi lunghi e molta pazienza.

Memoria e ricordo

Il ricordo propone nell'uso corrente una distinzione con la memoria; quest'ultima ne è tipicamente presupposta. A sua volta l'idea che il ricordo scaturisca dal considerare qualcosa in atto come ripetizione dell'averlo fatto in passato, ci riporta ad Aristotele nei *Parva Naturalia*.²³

L'idea è ripresa nel capitolo *Memory* dei *The Principles of Psychology* di W. James [James, 1890],²⁴ Nella

letteratura SOI è formulata in termini di categorizzazione, e precisamente come il considerare l'attività mentale attuale ripetizione di una svolta in passato dallo stesso soggetto.²⁵

L'approccio lascia aperta la possibilità che il ricordo non coincida con quanto accaduto in passato, situazioni che si incontrano nella fenomenologia quando un controllo è possibile con altri mezzi.

Offre poi una maniera di spiegare manifestazioni che accompagnano certe agnosie e acromatopsie totali acquisite dove la perdita di funzionalità comporta spesso la perdita dei ricordi che la coinvolgono, i colori nel ricordo di situazioni visive per le acromatopsie totali.

Suggerisce anche un meccanismo sottostante al classico caso di seduzione infantile ricordata dal soggetto, ma mai accaduta, a cui Freud attribuì grande importanza nello sviluppo della psicanalisi.²⁶

L'approccio non descrive però come insorge il modo di considerare l'attività corrente che ne fa un ricordo. Si ha cioè una descrizione a posteriori, a cose fatte.

Il modello a processi concorrenti che stiamo proponendo chiarisce questo aspetto essenziale, e mette in luce altri aspetti di portata generale per l'attività mentale. La chiave resta l'attività corrente entro la quale le associazioni di memoria sono ora presenti in parallelo attraverso i legami indotti dalle interazioni.

In estrema sintesi, se nell'attività mentale corrente sono presenti legami con fatti della storia del soggetto insieme ai quali egli l'ha eseguita, questa può costituirsi come ricordo.

Siamo, come si vede, alla situazione intuita da Aristotele. Se in termini di intensità e di rapidità con cui fluiscono in parallelo, prevalgono le attività che vanno a costituire una percezione, non si innesca il ricordo anche se sono presenti in parallelo con legami a più bassa intensità, situazioni a cui l'attività corrente è stata legata a momenti della storia del soggetto.

Se prevalgono queste ultime, si va nella direzione del ricordo con i diversi punti di arrivo in termini di consapevolezza che ci sono suggeriti dalla fenomenologia. Tra questi, il livello del raccontare a parole il ricordo, o dell'isolarne da studiosi uno schema categoriale che caratterizzi la nozione di ricordo nel nostro sistema di conoscenze.

L'articolazione del ricorso nei termini qui proposti richiede una serie di passaggi piuttosto sofisticati che giustificano il presentarsi di ricordi articolati nel bambino verso i 4 anni, insieme ad una parallela consapevolezza di sé come soggetto con una propria storia.

Il modo qui proposto di caratterizzare il ricordo conferma l'idea di riferire l'oblio ai valori bassi della distribuzione dell'intensità dell'interazione tra i processi. A prima vista può apparire contraddittorio considerare l'oblio sempre presente nello svolgersi dell'attività, ma è latente e quindi riattivabile. In accordo con la fenomenologia che ne prospetta un ricco dinamismo in rapporto alla funzione associativa della memoria.

Il ricordo comporta la ripetizione di un'attività svolta dal soggetto insieme al contesto nel quale era stata svolta, o almeno ad elementi significativi di questo: una ripetizione con i caratteri ottimali per l'apprendimento. Non stupisce quindi il carattere di rinforzo che il ricordo può assumere nel ricordare eventi che hanno segnato la storia di una persona.

Attenzione e consapevolezza

A proposito dell'attenzione, e soprattutto della consapevolezza, questo scritto si propone uno scopo estremamente limitato: indicare come queste possano venir collocate in maniera coerente nel funzionamento di base del modello a processi concorrenti qui delineato,

Vi è infatti una lunga tradizione che fa intervenire il soggetto come elemento decisionale specifico di quando e su che cosa interviene l'attività cognitiva, e l'attenzione è vista come lo strumento impiegato perché gli stimoli e l'attività in corso sono pensati costituire unicamente dei richiami per un soggetto arbitro e indipendente.

Introdurre nel modello che stiamo discutendo cause indipendenti dallo svolgersi dei processi e dalle loro interazioni semplicemente contraddice uno degli aspetti che lo caratterizzano, ed è quindi decisamente evitato.

Il farlo reintroduce del resto una dicotomia mente-cervello, deprecata nelle premesse anche da chi usa poi surrettiziamente un soggetto *causa sui*.²⁷ E nella misura in cui maschera la non esplicitazione delle cause da cui dipende lo svolgersi dell'attività, finisce con lo stravolgerne la dinamica.

Se poi il soggetto impiegato in questo modo fosse pensato sede di processi concorrenti, risulterebbe semplicemente pleonastico, o sarebbe un vero e proprio *deus ex machina*.

Nell'approccio a processi concorrenti l'attenzione può venire coerentemente riferita ai valori alti nella distribuzione dell'intensità dell'interazione tra i processi in atto [Knudsen, 2007], quindi relativamente al contesto corrente.

Benché una distribuzione dell'intensità dell'interazione tra i processi possa essere osservata tra tutti i tipi di processi, il termine viene usato di solito per i processi definiti cognitivi o mentali. A mio avviso questa restrizione del campo di applicazione è legata al far intervenire la consapevolezza di cui discuteremo in seguito.

Qui importa notare che la distribuzione dell'intensità dell'interazione ha diverse cause, che vanno da stimolazioni dell'ambiente, ad attività di parti dell'organismo poste in atto intenzionalmente o deliberatamente da chi opera. E varia nel tempo abbastanza rapidamente.

Rende anche conto del fatto che, quando si pensa all'attenzione come una specifica attività, appare a volte richiamata da altro, ad esempio quando un forte rumore o un fatto insolito richiama la nostra attenzione, mentre quando si sta operando, si traduce soltanto in un cambiamento delle prestazioni - rapidità, precisione, etc. - con cui viene eseguita l'attività, ma a provocare le prestazioni osservate intervengono in modo determinante fattori legati al contesto.

Ciò accade ad esempio quando si continua una attività che si sta svolgendo in presenza di stimoli che la ostacolano, integrando un altro aspetto attribuito all'attenzione: il non distrarsi.

Poiché nel modello a processi concorrenti i cambiamenti che scandiscono l'operare sono determinati dalle interazioni in atto, introdurre una specifica attività risulterebbe semplicemente pleonastico.

E questo modello rende così conto con la medesima logica dei risultati ottenuti con la classica introduzione di una funzione selettiva dell'attenzione, che ha origine dal capitolo *Attention* dei *The Principles of Psychology* di W. James [James, 1890],²⁸ e che ritroviamo nella letteratura SOI impiegata nella definizione del mentale.²⁹

In un contesto di consapevolezza, quando questa è portata sino a descrivere ciò di cui si è consapevoli, si descrive infatti non l'attenzione ma ciò a cui si è attenti.

Si è portati ad introdurre una attività selettiva dell'attenzione quando si pone il problema di ciò a cui si sarebbe potuti essere attenti in quel momento, che corrisponde in un modello a processi concorrenti a ciò che si sta svolgendo con un più basso livello di interazione.

Ma il modello a processi concorrenti mette in luce che si sta distinguendo su base quantitativa e non qualitativa, mentre se ne parla come se la distinzione fosse di tipo qualitativo soprattutto quando si usa l'attenzione per definire il mentale.

In tutti i casi si può quindi spiegare l'intensificarsi di certe interazioni rispetto al contesto con le cause che le fanno variare, senza introdurre per questo una specifica attività.³⁰ e l'attenzione indica così gli effetti prodotti, come del resto la motivazione e la pulsione.

Concluderei con alcune considerazioni su situazioni nelle quali interviene la consapevolezza, per lunga tradizione considerate tipiche dell'attività cognitiva. Con l'avvertenza che si tratta di annotazioni sparse suggerite dal modello a processi concorrenti.

Nel caso della consapevolezza diventa particolarmente importante il requisito programmatico di non

introdurre cause indipendenti dallo svolgersi dei processi e dalle loro interazioni, che renderebbero il modello contraddittorio. Mi limito a ricordare la splendida avvertenza di W. James in [James, 1890, Vol. I, p. 197] a non supporre (il corsivo è suo) «*that the mental state studied must be conscious of itself as the psychologist is conscious of it*».

Va poi ricordato che è possibile avere consapevolezza del fluire di processi concorrenti. La musica ne offre immediati esempi in chi impiega strumenti che permettono di suonare più note contemporaneamente, come gli archi, il pianoforte, l'organo, e in chi dirige un complesso, come il coro o l'orchestra.

La stessa musica ci mostra poi il momento del musicologo, quando il racconto, nell'articolazione a parole delle nostre lingue, obbliga a serializzare ciò che fluisce in parallelo nel far musica, che è infatti un operare per processi concorrenti,

E all'inverso abbiamo le nostre lingue che obbligano spesso il lettore a parallelizzare per processi concorrenti quello che la lingua porta lo scrittore a raccontare distanziato anche di qualche capitolo.

È pure un modo ottimale di collegare al far musica il discorso del musicologo, ma il risultato può essere molto differente se i parallelismi che scorrono fra loro coordinati nel far musica sono descritti come rapporti fra unità che sono state isolate in funzione di una descrizione a parole. Si viene ad avere una concettualizzazione della musica che induce a pensare come struttura il pezzo musicale di cui si parla.

Come in precedenza nello scritto, il riferimento alla musica è motivato dal fatto che la partitura offre una descrizione per processi concorrenti della composizione, molto immediata quando si riferisce ad un complesso, come l'orchestra, il coro, un trio, un quartetto. Il pensare la composizione musicale come struttura è possibile, lo si fa per varie ragioni, ma è pacificamente un'alternativa.

Dell'attività mentale non possediamo una descrizione per processi concorrenti altrettanto dettagliata, e questo rende più difficoltoso passare da una descrizione a parole ad una per processi concorrenti.

Che non sia facile e che manchino informazioni lo constatiamo già per l'attività motoria provando a passare dalla descrizione a parole "impugnare la penna", ad una descrizione per processi concorrenti dell'attività svolta dal nostro organismo nell'impugnare la penna.

Abbiamo buone ragioni per ritenere che una descrizione per processi concorrenti dell'attività mentale sia possibile e utile. Prima fra tutte la considerazione che già per organismi monocellulari una descrizione del loro funzionamento in termini di processi concorrenti ha senso, e nella misura in cui riesce, risulta illuminante. In fisica, poi, l'impiego della nozione di campo è pervasivo.

In questo scritto si è mostrato come un modello a processi concorrenti dell'attività mentale possa integrare nel suo funzionamento di base le funzioni comunemente attribuite alla memoria. In un modello per costrutti queste debbono venir invece aggiunte come funzioni a sé.

Nel fare questo è si è sistematicamente impiegato un approccio nel quale gli stimoli e le interazioni sono le uniche cause del fluire dell'attività, e si è ottenuto un modello che costituisce una valida alternativa al proporre l'attività mentale come struttura di unità e loro rapporti.³¹

Note

1. La letteratura sulla working memory è molto vasta e si rimanda necessariamente a voci di enciclopedia. Rispetto ai classici modelli di Baddeley e Hitch [Baddeley and Hitch, 1974; Levin, 2011], di Cowan [Cowan, 1995], e di Ericsson e Kints [Ericsson and Kintsch, 1995], ci si è qui concentrati sulla granularità richiesta dalle associazioni di memoria.

2. L'apparente semplificazione di raggruppare in un processo cambiamenti di più caratteri, nasconde l'ipotesi che questi siano mutuamente indipendenti, cosa che richiede verifica sperimentale. Tale aspetto, ed altri che si riferiscono alla descrizione di una direzione secondo cui evolve il sistema descritto dall'insieme dei processi concorrenti, andrebbero tenuti ben presenti quando si decidesse di caratterizzare un singolo processo componente con il cambiamento di un vettore. In meccanica, è usuale pensare la velocità come vettore, assegnandole anche una direzione, ma in meccanica è definito in partenza lo spazio entro cui l'oggetto si muove. Per questo risulterebbe qui fuorviante pensare come vettore la velocità del singolo processo, e di conseguenza i caratteri che individuano i singoli processi sono pensati descritti da scalari. Nel caso dei vettori si introduce una monodimensionalità rispetto alle direzioni, che non ammette effetti trasversali alla direzione del vettore; qui serve evitarla e metter in gioco effetti trasversali, si dovrebbe quindi far ricorso ad un tensore doppio; ma questa soluzione, quasi certamente utile negli sviluppi futuri, è poco intuitiva, e in questo scritto si è preferito far ricorso a scalari.

3. È un modo di descrivere il fluire dell'attività sul continuo che è stato proposto esplicitamente per l'attività mentale già in [Beltrame, 2007], che a sua volta richiama una serie di interventi precedenti che muovono in questa direzione.

4. In questa maniera si ritorna del resto alla radice della definizione di una direzione.

5. I due modi di vedere il mentale e le loro conseguenze erano stati affrontati in [Beltrame, 1998], dove alcune conclusioni su questo punto sono riassunte nella sezione *Fatti mentali e attività mentale* alle pp. 96-100. La problematica è ripresa con maggiore ampiezza in [Beltrame, 1999] avendo come punto di riferimento la possibilità di predire l'attività mentale oltre che descriverla a posteriori.

6. Come più volte ricordato, *Methodologia Online* raccoglie contributi di tale indirizzo di studi, e soprattutto bibliografie ragionevolmente esaustive del materiale pubblicato in diverse sedi. Una breve presentazione della Scuola Operativa Italiana è in [Somenzi, 1987]. Una traccia della nascita del metodo di indagine del mentale, la *tecnica operativa*, e del suo sfociare in un modello per l'attività mentale è in [Beltrame, 2014b]. Lavori, degli anni '60, non più reperibili facilmente, sono consultabili tra i *Testi online*. La prima formulazione completa di un modello per l'attività mentale in ambito SOI è databile alla metà degli anni '60 [Ceccato, 1962, 1965, 1966], anche se si trovano successive formulazioni via via più chiare e ricche di esemplificazioni, e poche aggiunte tarde [Ceccato, 1987] che non ne hanno cambiato l'impianto originario. Il testo di Ceccato offerto alla consultazione su questo sito [Ceccato, 1972], anche se più tardo, disegna un quadro molto fedele, articolato, ed esaustivo, delle idee di quegli anni. Recentemente sono da aggiungere la riproposizione in traduzione italiana del testo in cui von Glasersfeld ha esposto il suo costruttivismo radicale [von Glasersfeld, 1995] e l'ampio volume di Accame [Accame, 2015] ricchissimo di notizie sul percorso della SOI accompagnate da acute interpretazioni e riflessioni critiche.

7. La prima esplicita e completa formulazione di questo approccio con riferimento al movimento è, come è noto, nei *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* di Newton, pubblicati nel 1687, e in seconda edizione, rivista dallo stesso Newton, nel 1713.

8. Nella letteratura SOI è prassi consolidata accompagnare una stimolazione visiva con differenti guide linguistiche per mostrare che la stimolazione visiva può indurre attività mentale diversa e quindi non regge la corrispondenza biunivoca tra stimolo fisico e risultato mentale che è proposta da certe correnti del pensiero filosofico: si veda tra i molti [Ceccato, 1962, 1965, 1972]. La prassi è stata seguita in una serie di esperimenti sui movimenti dei bulbi oculari durante la percezione iniziate con [Beltrame et al., 1964] e concluse nel 1968 con il report riproposto in [Beltrame, 2016a]. Gli studi per la traduzione meccanica evidenziavano che frasi corte e isolate consentivano spesso strutturazioni sintattiche diverse e differenti significati: si vedano in [Ceccato, 1964] le considerazioni con cui si apre la 3a sezione *Modifications of Thought in the Course of Translation*. Sulla questione di introdurre un significato delle parole di una lingua indipendente dal contesto, presente nella letteratura SOI, si possono vedere [Accame, 1994; Accame and Sigiani, 1991] e soprattutto in [Accame, 2015] il capitolo 4 *Costitutivo e consecutivo*. L'idea di una dipendenza dal contesto nella direzione di questo scritto è in [Beltrame, 2014a, 2015].

9. In approcci che, come nel caso della SOI, utilizzano rapporti tra costrutti, le funzioni di memoria sono poi

proposte separate dalle attività in cui è articolato un costruito mentale.

10. È un semplice modello adoperato nella voce dedicata all'oscillazione del neutrino nella versione inglese di Wikipedia.

11. Ricordiamo che il cambiamento istantaneo è anche una contraddizione perché, come ricordato all'inizio, presuppone che qualcosa abbia e non abbia il carattere che si afferma cambi.

12. La discussione di uno scritto del 1970 [Beltrame, 1970] riproposto sui WP di *Methodologia*, mette in luce le difficoltà a suo tempo incontrate [Beltrame, 2011].

13. Una discussione su questo punto legata anche alla non interrompibilità di una lunga catena di operazioni è in [Beltrame, 2015, pp. 3-4]. L'applicazione dell'approccio newtoniano proposto in quello scritto mette in gioco l'interazione tra parti del nostro organismo per avere sufficiente ricchezza di risultati. Introduce quindi il modello a processi concorrenti qui esposto. Lo scritto affronta poi un diverso tema, mostrando come l'approccio sia disatteso nella letteratura SOI in favore di uno in cui il soggetto è causa del proprio operare.

14. Si comprende anche quanto possa diventare comodo mascherare un problema effettivamente complesso facendo intervenire un soggetto che pilota il tutto deliberatamente, oppure stimoli che fanno partire un'intero costruito con le sue articolazioni supponendolo innato.

15. Il contesto può anche essere il chiedere «Quale altra nota ti suggerisce?»: un contesto tipicamente da laboratorio che si impiega frequentemente negli esperimenti, ma che rende poi difficile trasferire i risultati nei contesti della vita vissuta.

16. Sintetizzata in *Eth. Nicom.* II, 1.

17. Già in fisica l'interazione che modifica un solo processo, inteso quest'ultimo come sequenza di cambiamenti di un unico carattere del sistema in studio, è presente soltanto nei lavori teorici di fisica fondamentale, e appena si passa agli esperimenti è approssimata da un gruppo più o meno numeroso e compatto di processi concorrenti. In situazioni ricche di interazioni come quelle che si incontrano nell'ambiente naturale si ha probabilità nulla che agisca un solo processo elementare, e la tecnica ce ne offre la controprova ricorrendo pesantemente alle schermature per approssimare l'intervento di uno solo o di pochi processi elementari.

18. Grossi e le variazioni Goldberg.

19. Da questo punto di vista, il modello a processi concorrenti delineato in questo scritto muove nella direzione indicata nella chiusa di [Beltrame, 2014b] nel numero dedicato a Ceccato nel centenario della nascita.

20. Proprio con un esempio preso da Kipling si apriva un precedente lavoro [Beltrame, 2015] in cui aspetti dell'uso delle nostre lingue erano affrontati tenendo conto del contesto nell'ottica di un modello a processi concorrenti.

21. Anche l'osservazione in [Beltrame, 2015] che le nostre lingue hanno parole per indicare rapporti tra cose a prescindere dalle particolarità delle cose in rapporto, va riformulata nei termini del modello a processi concorrenti esposto in questo scritto. L'idea, infatti, è ancora troppo legata a un approccio per costrutti mentali.

22. Il ricambio cellulare nell'uomo è stimato $0.5-0.7 \cdot 10^{11}$ cellule al giorno su un totale dell'ordine di 10^{13} cellule.

23. Aristotele, *Parva Nat. - De memoria* 450b 32 - 451a 2. A conclusione di un lungo ragionamento troviamo, nella traduzione di R. Mugnier:

«Alors l'impression produite par cette contemplation varie: 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 une copie, c'est un souvenir.» [Aristote, 1957, p. 56]

24. In W. James troviamo infatti questa definizione:

«... it is the knowledge of an event, or fact, ... with the additional consciousness that we have thought or experienced it before.» [James, 1890, Vol. I, p. 648]

con la precisazione che deve essere «*in my past*» [p. 650], e la premessa «*I much prefer to reserve the memory for the conscious phenomenon.*» [p.646].

25. La formulazione esplicita in questi termini, che riporta entro un diverso contesto culturale l'idea di Aristotele, la troviamo in [Ceccato, 1987, pp. 234-36]. In questo stesso contesto la memoria è identificata col ricordo, eliminando così la funzione propulsiva assegnata nel modello SOI classico alla memoria, ma rendendo deliberata qualunque attività del soggetto. Un uso così estensivo delle categorie mentali ritengo sia da evitare, per cui già in miei precedenti scritti la distinzione tra memoria e ricordo è mantenuta.

26. In [Beltrame, 1998, pp. 88-90] questi aspetti sono discussi nell'ottica di ciò che nella dinamica dell'attività

mentale può venir impiegato come dato nei successivi ragionamenti. In termini più generali è ripreso in [Beltrame, 1999, pp. 88-91], dove è riportato anche il passaggio critico della lettera di Freud a W. Fliess.

27. Alcuni esempi significativi sono discussi in [Beltrame, 2009, 2010].

28. Il capitolo si apre infatti con:

«Strange to say, so patent a fact as the perpetual presence of selective attention has received hardly any notice from psychologists of the English empiricist school. The Germans have explicitly treated of it, either as faculty or as a resultant, ... » [James, 1890, Vol. I, p. 402]

29. Il richiamo a questa funzione ricorre di frequente, qui è ripreso in un contesto in cui interviene nella definizione del mentale.

«Si può convenire di parlare di una attività attenzionale sinché l'attenzione non si applica né a se stessa né ad altro. Quando si applica a se stessa dà luogo all'attività chiamata categoriale, e quando si applica al funzionamento di altri organi dà luogo all'attività presenziatrice; i risultati dell'attività categoriale si chiamano categorie; i risultati dell'attività presenziatrice, presenziati. La mente è l'insieme di queste attività, ed è quindi con queste nel rapporto di insieme-elementi. Una categoria anch'essa, pertanto, che non può essere soggetto né attivo né passivo di alcunché, essendo appunto soltanto l'insieme delle attività attenzionali, categoriali e presenziatrici. Queste però, una volta introdotto il nome di "mente" per il loro insieme, si possono designare tutte come mentali.» [Ceccato, 1966, p. 22]

30. La letteratura sull'attenzione è vastissima. Oltre alla rassegna di Knudsen citata in precedenza, ricorderei nella direzione seguita in questo scritto il classico lavoro di Posner [Posner, 1980] per la notevole chiarezza metodologica, e ugualmente limpida una sua rassegna [Posner and Petersen, 1990].

31. Il riferimento ad una consapevolezza che si conclude con una descrizione a parole è ben presente nei contributi legati alla SOI spesso presenti su *Methodologia*. Con la denominazione di «*tecnica operativa*», è impiegata quale strumento pressoché esclusivo nello studio dell'attività mentale. Di questa decisione troviamo un antecedente molto dibattuto in *The Principles of Psychology* di W. James proprio nel capitolo dedicato a *The methods and snares of psychology* [James, 1890, Vol. I, pp. 183-198], e la questione è rimasta a mio avviso nei termini di quel dibattito. Come ho ricordato in una precedente nota, in [Beltrame, 2014b] è stato delineato il percorso attraverso cui questa idea è nata, ha assunto i caratteri programmatici con cui è impiegata nella SOI, ed è sfociata in un modello per l'attività mentale. Una sintesi è in [Beltrame, 2016b].

Riferimenti bibliografici

- F. Accame. *L'individuazione e la designazione dell'attività mentale*. Editrice Espansione, Roma, 1994.
- F. Accame. *Il linguaggio come capro espiatorio dell'insipienza metodologica*. Odradek, Roma, 2015. ISBN 978-8896487-34-1.
- F. Accame and M. M. Sigiani. Modelli della mente e problema del significato dal punto di vista metodologico-operativo. *Methodologia*, (8), 1991. ISSN 1120-3854.
- Aristote. *Petites traités d'histoire naturelle (Parva naturalia)*. Les Belles Lettres, Paris, 1957. transl. R. Mugnier.
- Alan D. Baddeley and Graham Hitch. Working Memory. volume 8 of *Psychology of Learning and Motivation*, pages 47–89. Academic Press, 1974. doi: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079742108604521>.
- R. Beltrame. Le operazioni percettive. *Pensiero e Linguaggio in Operazioni*, I(2):149–173, 1970. Riproposto su *Methodologia Online* WP 244 (2011).
- R. Beltrame. Aspetti metodologici nella definizione dei fatti mentali e della loro dinamica. In *Categorie, tempo e linguaggio*, volume 5 of *Quaderni di Methodologia*, pages 45–100. 3S - Divisione Cultura e Scienze, Roma, 1998. (consultabile su *Methodologia Online* alla sezione Testi online).
- R. Beltrame. Integrating neurosciences and cognitive sciences. Methodological aspects. In *Scritti in memoria di Silvio Ceccato*, volume 7 of *Quaderni di Methodologia*, pages 61–120. 3S - Divisione Cultura e Scienze, Roma, 1999. ISBN 88-8313-021-9. (consultabile su *Methodologia Online* alla sezione Testi online).
- R. Beltrame. Sul modello per l'attività mentale proposto dalla Scuola Operativa Italiana. *Methodologia Online - WP*, 208, 2007. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame. Autonomia del soggetto dell'attività mentale: conseguenze metodologiche. *Methodologia Online - WP*, 230, 2009. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame. Autonomia del soggetto dell'attività mentale: aspetti indotti. *Methodologia Online - WP*, 233, 2010. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame. Le operazioni percettive (1970) - Riflessioni critiche. *Methodologia Online - WP*, 245, 2011. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame. An experimental contribution to the problem of the influence of the differences of colour in visual perception. Two-dimensional greyscale situations. (1968). *Methodologia Online - WP*, 278, 2014a. ISSN 1120-3854. (pubblicazione del Rapporto di Ricerca 68-1 del 1968).
- R. Beltrame. La fondazione del conoscere. *Rivista Italiana di Costruttivismo*, 2(2), 2014b.
- R. Beltrame. La stimolazione linguistica e il suo contesto; qualche annotazione. *Methodologia Online - WP*, 296:13 pp., 2015. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame. Il movimento dei bulbi oculari nel dinamismo percettivo di alcune illusioni ottiche. *Methodologia Online - WP*, (300):11, 2016a. ISSN 1120-3854. (pubblicazione del Rapporto di Ricerca 68-2 del 1968).
- R. Beltrame. Sul costruttivismo radicale di Ernst von Glasersfeld. *Methodologia Online - WP*, 305:6 pp., 2016b. ISSN 1120-3854.
- R. Beltrame, A. Berbenni, and G. Galassi. Primi contributi allo studio dei movimenti dei bulbi oculari durante la percezione visiva tramite cinematografia ultraveloce. *Methodos*, XVI(62):141–162, 1964.
- Italo Calvino. *Le città invisibili*. Einaudi, Torino, 1972.
- Italo Calvino. *Lezioni americane. Sei proposte per il prossimo millennio*. Garzanti, Milano, 1988.
- S. Ceccato. La macchina che osserva e descrive. *La Ricerca Scientifica*, 32(1):37–58, 1962.
- S. Ceccato. Automatic Translation of Languages. *Inform. Stor. Retr.*, 2:105–158, 1964.
- S. Ceccato. A Model of the Mind. In E. Caianiello, editor, *Cybernetics of Neural Processes*, pages 21–79. Quaderni della Ricerca Scientifica, CNR Roma, 1965.
- 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. URL <http://www.methodologia.it/testi>.
- S. Ceccato. *La fabbrica del bello*. Rizzoli, Milano, 1987. ISBN 88-17-53213-4.
- N. Cowan. *Attention and memory: an integrated framework*. Oxford University Press, 1995. ISBN 0-19-506760-6.
- K. A. Ericsson and W. Kintsch. Long-term working memory. *Psychol Rev*, 102(2):211–245, Apr 1995.

- W. James. *The Principles of Psychology*. republished by Dover, 1950, New York, 1890.
- E. I. Knudsen. Fundamental components of attention. *Annu Rev Neurosci*, 30:57–78, 2007.
- E. S. Levin. *Working Memory : Capacity, Developments and Improvement Techniques*. 2011.
- 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, 1973. V Ed. 1999.
- M. I. Posner. Orienting of attention. *Q J Exp Psychol*, 32(1):3–25, Feb 1980.
- M. I. Posner and S. E. Petersen. The attention system of the human brain. *Annu Rev Neurosci*, 13:25–42, 1990.
- V. Somenzi. La Scuola Operativa Italiana. *Methodologia*, 1, 1987.
- E. von Glasersfeld. *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. The Falmer Press - London and Washington., 1995. ISBN ISBN 0 7507 0387 3. Trad. italiana: *Il costruttivismo radicale. Una via per conoscere ed apprendere*, Odradek, Roma, 2016.