

Silvano Tagliagambe
Il presente e l'ontologia delle relazioni

1. *Tempo e spazio*

Almeno da quando Immanuel Kant, congiuntamente e indissolubilmente, li considera elementi costitutivi e cardini della nostra esperienza fenomenica, tempo e spazio sono spesso accomunati in un unico destino e posti sul medesimo livello.

In realtà, le cose non sembrano stare propriamente così per vari aspetti e soprattutto per le modalità di archiviazione e codificazione, nel nostro cervello, delle informazioni corrispondenti allo spazio che ci circonda e al tempo che passa, per cui è certamente utile e istruttivo cercare di capire perché.

La comprensione del “senso dello spazio” ha tratto grande impulso dalle recenti ricerche nel campo delle neuroscienze che hanno permesso di evidenziare come il sistema motorio non sia affatto periferico e isolato dal resto delle attività cerebrali, bensì consista di una complessa trama di aree differenziate per localizzazione e funzioni, e in grado di fornire un apporto decisivo a realizzare quelle *trasformazioni* sensori-motorie da cui dipendono l'individuazione, la localizzazione degli oggetti e l'attuazione dei movimenti richiesti dalla maggior parte degli atti e dei comportamenti nei quali si articola la nostra esperienza quotidiana.

Non solo: il fatto che l'informazione sensoriale e quella motoria siano riconducibili a un formato comune, codificato da specifici circuiti parieto-frontali, suggerisce che, al di là dell'organizzazione dei nostri comportamenti motori, anche certi processi di solito considerati di ordine superiore e attribuiti a si-

stemi di tipo cognitivo, quali per esempio la percezione e il riconoscimento degli atti altrui, l'imitazione e le stesse forme di comunicazione gestuali e vocali, possano rimandare al sistema motorio e trovare in esso il proprio substrato neurale primario.¹

In questo quadro generale di estremo interesse sono i risultati conseguiti da un gruppo di ricerca dell'università di Parma, guidato da Giacomo Rizzolatti, all'avanguardia nel settore della neurofisiologia sperimentale, che ha condotto, a partire dagli anni Ottanta indagini focalizzate sull'area F5 della corteccia premotoria ventrale del cervello della scimmia, che contiene rappresentazioni motorie della mano e della bocca che sono in parte sovrapposte. Grazie a questi studi sono state individuate due classi di neuroni presenti anche nei soggetti umani, dotate di grande rilevanza per la comprensione dell'organizzazione funzionale del sistema nervoso. Si tratta di popolazioni di cellule neuronali *multimodali*, nelle quali proprietà di tipo sensoriale si associano a proprietà di carattere motorio. La prima a essere stata scoperta è stata una classe di neuroni bimodali, di tipo visuo-motorio, che si attivano durante l'esecuzione di specifici atti motori, quali l'afferrare, il tenere o il manipolare e che rispondono *anche* a stimoli visivi. Essi rivelano dunque una chiara congruenza tra le loro proprietà motorie (per esempio il tipo di presa codificato) e la loro selettività visiva (forma, taglia e orientamento dell'oggetto presentato), svolgendo un ruolo decisivo nel processo di trasformazione dell'informazione visiva relativa a un oggetto negli atti motori necessari per interagire con esso. Date queste loro caratteristiche, sono stati chiamati *neuroni canonici*, poiché sin dall'inizio degli anni Trenta del Novecento era stata avanzata l'ipotesi che la corteccia premotoria potesse essere coinvolta in trasformazioni visuo-motorie.

L'aspetto funzionalmente più interessante di questi neuroni è che la loro attivazione avviene anche in contesti che non richiedono alcuna interazione attiva con l'ambiente. Ad attivare la reazione del sistema motorio in modo del tutto analogo a ciò che avviene quando l'individuo sta effettivamente agendo sull'oggetto osservato è sufficiente la sola percezione visiva di quest'ultimo. Ciò che si innesca è il programma motorio di cui il sistema nervoso dispone per un'interazione

efficace con l'oggetto percepito visivamente: lo schema della presa a mano intera per oggetti larghi, quello della presa di precisione – per esempio della prensione tra pollice e indice – per oggetti piccoli.

Questi risultati sperimentali privano di ogni plausibilità l'idea classica di un processo di elaborazione delle informazioni sensoriali in entrata che, sviluppandosi in modo lineare, si conclude con la produzione di un'uscita motoria. L'attività di questa popolazione neuronale indica che lo schema neurale della risposta motoria è già specificato nella fase di percezione di un oggetto, per cui siamo di fronte *non a un processo sequenziale*, bensì a un *anello senso-motorio*. Parlando di “anello” si vuole evidenziare il fatto che la reazione motoria non è l'esito finale e la meccanica dell'esecuzione del processo percettivo, ma è parte integrante di quest'ultimo e inscindibile dallo stimolo sensoriale, in quanto contenuta in esso.

Il senso di questo passaggio è ben illustrato da Alain Berthoz, che in una sua opera del 1997 osserva che

la percezione non è una rappresentazione: è *un'azione simulata e proiettata sul mondo*. La pittura non è un insieme di stimoli visivi: è un'azione percettiva del pittore che ha tradotto, col suo gesto, su un supporto vincolante, un codice che evoca immediatamente non la scena rappresentata, ma la scena che egli ha percepito. La pittura ci tocca perché riproduce all'inverso il miracolo delle immagini dipinte sulla parete di Lascaux. Io guardo il quadro al posto del pittore che vi ha proiettato la sua attività mentale. Il genio è colui che mi guida a percepire come lui.²

Una prima, importante conseguenza di questa impostazione è che

il cervello non si accontenta di subire l'insieme degli avvenimenti sensoriali del mondo circostante, ma che al contrario esso interroga il mondo in funzione dei suoi presupposti. Su questo principio si fonda una vera fisiologia dell'azione».³ «Il cervello – sottolinea ancora Berthoz – filtra le informazioni date dai sensi in funzione dei suoi progetti. I meccanismi di questa selezione devono ancora essere compresi; allo stato attuale si conoscono solo alcune forme di selettività. In altre parole, bisogna capovolgere completamente il senso in cui si studiano i sensi: bisogna partire dall'obiettivo perseguito dall'organismo e capire come il cervello interroga i recettori regolando la sensi-

bilità, combinando i messaggi, prespecificando i valori stimati, in funzione di una simulazione interna delle conseguenze attese dell'azione.⁴

Già queste conclusioni appaiono sorprendenti e ricche di significato, in quanto evidenziano come le aree corticali localizzate nella cosiddetta *via dorsale-ventrale* del sistema motorio rivelino una ricchezza di funzioni che trascendono il semplice controllo dei movimenti e che risultano connesse alle diverse dinamiche dell'azione.

Ma all'inizio degli anni Novanta, durante registrazioni compiute in situazioni sperimentali in cui la scimmia non era condizionata a compiti fissi, bensì poteva agire liberamente, si è visto che i canonici *non* erano il solo tipo di neuroni ad avere proprietà visuo-motorie. Con grande sorpresa ci si è accorti, infatti, che, soprattutto nella convessità corticale di F5, vi erano neuroni che rispondevano *sia* quando la scimmia effettuava una determinata azione (per esempio, afferrava del cibo) *sia* quando osservava un altro individuo (lo sperimentatore) compiere un'azione simile. A tali neuroni è stato dato poi il nome di *neuroni specchio* (*mirror neurons*).⁵

La scoperta di questi neuroni (dovuta all'*équipe* dell'università di Parma guidata da Rizzolatti)⁶ la cui presenza è stata originariamente riscontrata nella corteccia premotoria della scimmia ed è stata poi accertata sperimentalmente anche nel cervello umano,⁷ apre alla psicologia, alle scienze cognitive e all'epistemologia, orizzonti la cui vastità e le cui conseguenze appaiono oggi persino difficili da ipotizzare, anche se diversi risultati estremamente significativi possono già essere evidenziati. In particolare essi sembrano poter offrire un sostegno empirico rilevante al secondo cardine dell'idea di "mente" proposta da Gregory Bateson in una conferenza dal titolo *Forma, sostanza, differenza*, tenuta il 9 gennaio 1970 per il diciannovesimo "Annual Korzybski Memorial", nella quale alla domanda «Che cosa intendo per *mia* mente?» egli dava la seguente risposta:

La mente individuale è immanente, ma non solo nel corpo; essa è immanente anche in canali e messaggi esterni al corpo; e vi è una più vasta mente di cui la mente individuale è solo un sottosistema [...]. La psicologia freudiana ha dilatato il concetto di mente verso l'interno, fino a includervi l'intero sistema

di comunicazione all'interno del corpo (la componente neurovegetativa, quella dell'abitudine, e la vasta gamma dei processi inconsci). Ciò che sto dicendo dilata la mente verso l'esterno.⁸

È istruttivo capire perché questa ipotesi di una proiezione e dilatazione della mente verso l'esterno risulti corroborata dagli sviluppi teorici di cui stiamo parlando:

Dal punto di vista delle *proprietà motorie*, i neuroni specchio sono indistinguibili dagli altri neuroni di F5, in quanto anch'essi si attivano selettivamente durante specifici atti motori. Le cose cambiano, invece, per quanto riguarda le *proprietà visive*. A differenza dei neuroni canonici, i neuroni specchio non rispondono alla semplice presentazione di cibo o di generici oggetti tridimensionali, né il loro comportamento pare influenzato dalle dimensioni dello stimolo visivo. Piuttosto, la loro attivazione è legata all'osservazione da parte della scimmia di determinati atti compiuti dallo sperimentatore (o da un'altra scimmia) che comportano un'interazione effettore (mano o bocca)-oggetto. A tale proposito occorre però notare come né i movimenti della mano che si limitano a mimare la presa in assenza dell'oggetto né i gesti intransitivi (privi cioè di correlato oggettuale), quali l'alzare le braccia o l'agitare le mani, anche quando sono realizzati con l'intento di minacciare o di eccitare l'animale, provochino risposte significative. Inoltre, le scariche dei neuroni specchio risultano in gran parte indipendenti dalla distanza e dalla localizzazione spaziale dell'ente osservato – benché in alcuni casi esse appaiano modulate dalla direzione dei movimenti visti o dalla mano (destra o sinistra) usata dallo sperimentatore.⁹

Come si anticipava, gli aspetti rilevanti che emergono già oggi da questa scoperta sono molteplici. Il primo è che esiste una capacità, basata su precisi meccanismi neuronali, di “tradurre” in modo immediato la prospettiva corporea di chi esegue una determinata azione in quella di chi la osserva. Questo significa che per operare questa traduzione non abbiamo affatto bisogno della mediazione di un “dizionario”, costituito dalle rappresentazioni mentali, così come vorrebbe il cognitivismo classico, che concepisce la mente come un sistema funzionale, i cui processi possono essere descritti come manipolazioni di simboli informativi, sulla base di una serie di re-

gole sintattiche formali. Da questo approccio scaturisce, di conseguenza, l'idea che le rappresentazioni siano intrinsecamente simboliche e che il pensiero debba essere ridotto a un processo meramente computazionale.¹⁰

Per chiarire fino in fondo la differenza tra le due impostazioni può essere utile fare un esempio. Se in un bar vedo qualcuno dirigere la mano verso un boccale di birra, comprenderò immediatamente che egli sta per sorseggiare quella bevanda. Il punto cruciale è: come faccio? Secondo l'approccio cognitivista classico per arrivare a questa conclusione debbo *necessariamente* tradurre le informazioni sensoriali relative al gesto della persona che osservo in una serie di rappresentazioni mentali, che condividono col linguaggio lo stesso formato preposizionale: nel caso specifico, queste rappresentazioni riguarderanno il *desiderio* dell'altro di bere birra, le sue *credenze* circa il fatto che il boccale che sta per afferrare sia effettivamente pieno di questa bevanda, e la sua *intenzione* di portare il bicchiere alla bocca per bere. La scoperta dei neuroni *mirror* ci consente invece di dire che l'osservazione di un'azione induce l'attivazione dello stesso circuito nervoso deputato a controllarne l'esecuzione: l'osservazione dell'azione induce quindi nell'osservatore l'automatica simulazione della stessa azione e, attraverso quest'ultima, la sua comprensione. Comprendere il significato del comportamento altrui presuppone dunque la possibilità e la capacità, da parte del nostro cervello, di creare dei modelli di questo comportamento allo stesso modo in cui crea modelli del nostro. Il risultato finale di questo processo di modellizzazione ci mette nella condizione di comprendere e predire le conseguenze dell'agire altrui esattamente come ci consente di comprendere e predire il nostro comportamento. Il meccanismo alla base dei due processi di comprensione è il medesimo.

Questo secondo schema esplicativo è denso di conseguenze importanti.

La prima è che è impossibile la conoscenza di altre persone e di ciò che fanno indipendentemente da noi stessi e, in particolare, dal riferimento al nostro corpo, ai suoi movimenti. La "realtà dell'altro" non può essere conosciuta in quanto tale, ma solo in stretta relazione al soggetto che la percepisce e la osserva e che interagisce con essa. Interessante, da questo punto di vista, è l'ipotesi avanzata

recentemente da Vittorio Gallese, uno degli scopritori dei neuroni *mirror*, il quale predice

l'esistenza di neuroni *mirror* "somato-sensoriali" che potrebbero contribuire a darci la capacità di identificare le diverse parti corporee altrui, riferendole a parti equivalenti del nostro corpo. Siamo attualmente conducendo una serie di esperimenti volti a saggiare empiricamente quest'ipotesi.¹¹

La seconda delle conseguenze di questo approccio è che la mente non agisce come un dominio a sé stante, separato dal corpo e quindi totalmente "disincarnato", ma è, al contrario, profondamente incarnata sui meccanismi corporei. Gallese parla, a questo proposito, di *simulazione incarnata* e scrive:

nell'uomo, come nella scimmia, l'osservazione dell'azione costituisce una forma di simulazione della stessa. Questo tipo di simulazione differisce, tuttavia, sotto molti punti di vista dai processi simulativi che sottendono l'immaginazione visiva o motoria, L'osservazione dell'azione altrui induce *automaticamente* la simulazione della stessa. Nell'immaginazione mentale, invece, il processo di simulazione è evocato da un atto della volontà: uno decide di proposito di immaginare di fare o vedere qualcosa.¹²

Dal complesso di questi risultati Gallese trae l'ipotesi che il costituirsi dell'identità sé-altro rappresenti una formidabile spinta per lo sviluppo di forme più articolate e sofisticate d'intersoggettività. Di conseguenza, egli propone di

caratterizzare questa relazione d'identità trasversale a tutte le forme di relazione interpersonale in termini di un "sistema multiplo di condivisione" (*Shared manifold*). È questo sistema che rende possibile il riconoscimento degli altri umani come nostri simili, che promuove la comunicazione intersoggettiva, l'imitazione e l'attribuzione d'intenzioni agli altri. Questo sistema può essere definito a tre livelli: un livello fenomenologico, un livello funzionale e un livello sub-personale. Il *livello fenomenologico* è quello caratterizzato dal senso di familiarità, dall'impressione soggettiva di essere individui facenti parte di una più larga comunità sociale composta da altri individui simili a noi [...]. Il *livello funzionale* è rappresentato da *routines* di simulazio-

ne incarnata, modalità “come-se” di inter-azione che consentono di creare modelli del sé/altro. La stessa logica funzionale all’opera nel controllo del proprio agire, opererebbe anche durante la comprensione dell’agire altrui. Entrambi sarebbero espressione di *modelli d’inter-azione*, che mappano i propri referenti su identici nodi funzionali relazionali. Ogni modalità d’inter-azione interpersonale condivide il carattere relazionale. Al livello di descrizione funzionale del sistema multiplo di condivisione, la logica operativa relazionale produce l’identità sé/altro, permettendo al sistema di identificare coerenza, predicibilità e regolarità, indipendentemente dalla loro sorgente. Il *livello sub-personale*, è infine costituito dall’attività di una serie di circuiti neuronali *mirror*. L’attività di questi circuiti neurali a sua volta è interconnessa con una serie di cambiamenti di stato corporeo a più livelli. *I neuroni mirror sono il correlato subpersonale della condivisione multimodale dello spazio intenzionale*. Questo spazio condiviso ci consente di apprezzare, esperire e comprendere le azioni che osserviamo, e le sensazioni ed emozioni che riteniamo esperite dagli altri.¹³

Avremmo dunque un *livello di base* delle nostre relazioni interpersonali che non prevede l’uso esplicito del linguaggio, di atteggiamenti proposizionali o di rappresentazioni mentali: «sé e altro da sé sono correlati in quanto entrambi rappresentano opposte estensioni di uno stesso spazio “noi-centrico”». ¹⁴ La creazione di questo spazio sarebbe il risultato di un’attività di “simulazione incarnata” definita in termini sub-personali dall’attività dei neuroni specchio che permettono di mappare sullo stesso substrato nervoso azioni eseguite e osservate, sensazioni ed emozioni esperite personalmente e osservate negli altri.

Ecco dunque cominciare a profilarsi quel terreno fenomenico che richiede alla scienza nuovi tagli sistemici nella produzione della teoria della cognizione e che appare, in particolare, orientato al superamento di quella netta antitesi non solo tra la “mia mente” e il “mio corpo”, ma anche tra la “mia mente” e lo spazio e l’ambiente esterno e tra la “mia mente” e quella dell’altro:

Non appena vediamo qualcuno compiere un atto o una catena d’atti, i suoi movimenti, che lo voglia o meno, acquistano per noi un significato immediato; naturalmente, vale anche l’inverso: ogni nostra azione assume un signifi-

cato immediato per chi la osserva. Il possesso del sistema dei neuroni specchio e la selettività delle loro risposte determinano così uno *spazio d'azione condiviso*, all'interno del quale ogni atto e ogni catena d'atti, nostri o altrui, appaiono immediatamente iscritti e compresi, senza che ciò richieda alcuna esplicita o deliberata "operazione conoscitiva".¹⁵

È interessante sottolineare, in questo quadro generale, che il "campo di pertinenza" dei neuroni specchio non pare limitato alle sole azioni e ai comportamenti costituiti da una sequenza di atti, ma sembra possa essere esteso anche alle emozioni.

Tanto i dati clinici quanto quelli ottenuti tramite *brain imaging* o elettrostimolazione paiono indicare che il provare disgusto e il percepire quello altrui abbiano un substrato neurale comune, e che il coinvolgimento dell'insula sia in entrambi i casi fondamentale. Ciò sembra suggerire che la comprensione "reale" del disgusto degli altri, quella cioè in cui uno capisce effettivamente cosa l'altro provi in quel dato momento, non presupponga né si basi su processi cognitivi di tipo inferenziale o associativo.¹⁶

E tutto ciò sembra valere non soltanto per il disgusto, bensì anche per altre emozioni primarie, come ad esempio il dolore.

Non abbiamo bisogno di riprodurre integralmente il comportamento degli altri per coglierne la valenza emotiva [...]. La comprensione immediata, in prima persona, delle emozioni degli altri che il meccanismo dei neuroni specchio rende possibile rappresenta, inoltre, il prerequisito necessario per quel comportamento empatico che sottende larga parte delle nostre relazioni interindividuali.¹⁷

E pur essendo, ovviamente, chiaro e indiscutibile che

condividere a livello visceromotorio lo stato emotivo di un altro è cosa diversa dal provare un coinvolgimento empatico nei suoi confronti [resta comunque il fatto che] tali meccanismi rimandano a una matrice fondamentale comune, e che essa è simile a quella che interviene nella percezione delle azioni. Quali che siano le aree corticali interessate (centri motori o visceromotori) e il tipo di risonanza indotta, il meccanismo dei neuroni specchio in-

carna sul piano neurale quella modalità del comprendere che, prima di ogni mediazione concettuale e linguistica, dà forma alla nostra esperienza degli altri. Lo studio del sistema motorio ci aveva indirizzato verso un'analisi neurofisiologica dell'azione che era in grado di individuare i circuiti neurali che regolano il nostro avere a che fare con le cose. La chiarificazione della natura e della portata del meccanismo dei neuroni specchio sembra ora offrirci una base unitaria a partire dalla quale cominciare a indagare i processi cerebrali responsabili di quella variegata gamma di comportamenti che scandisce la nostra esistenza individuale e in cui prede corpo la rete delle nostre relazioni interindividuali e sociali.¹⁸

Per quanto riguarda, più specificamente, il nostro discorso è importante rilevare le conseguenze che scaturiscono dall'applicazione delle caratteristiche e delle funzioni dei neuroni specchio alla costruzione della categoria di *spazio*.

La natura bimodale di questi neuroni, visiva e motoria, e il fatto, in particolare, che essi scarichino *sia* durante i movimenti attivi della scimmia, *sia* in risposta a stimoli visivi, rende plausibile l'ipotesi che lo spazio attorno all'animale non si costituisca semplicemente sulla base della posizione dello stimolo entro uno *spazio puramente visivo*, in virtù cioè di un qualche sistema oggettivo e neutro di coordinate geometriche, bensì

rifletta l'evocazione di un atto motorio potenziale diretto verso quello stimolo e in grado, indipendentemente o meno dalla sua attuazione, di localizzarlo nei termini di una *possibilità d'azione*.¹⁹

Ad avvalorare e corroborare questa ipotesi vi è l'esistenza di quello che può essere chiamato per brevità *spazio peripersonale* o *vicino*, definito come quella regione spaziale che comprende tutti gli oggetti per così dire a portata di mano e sui quali posso, di conseguenza, agire direttamente, e che proprio per questo va distinto dallo *spazio extrapersonale* o *lontano*.

All'interno di uno spazio e di un'informazione visiva, altrimenti omogenei e *indifferenziati*, la rappresentazione dello spazio codificata a livello della corteccia premotoria e del lobo parietale anteriore, che ha, come si è visto, un carattere tutt'altro che semplicemente *ricettivo*

e *passivo*, ma è anzi decisamente *attiva*, ritaglia dunque quello che potremmo chiamare uno *spazio per l'azione*, la costituzione del quale

dipenderebbe dall'attività di circuiti neurali la cui funzione primaria è di organizzare quell'insieme di movimenti che, sia pure con effettori diversi (per esempio, braccio, bocca, occhi, ecc.), consentono di agire sull'ambiente circostante, localizzandone possibili minacce e/o opportunità.²⁰

Questa articolazione e strutturazione dello spazio non è però statica, ma *dinamica*:

in altre parole, la distinzione tra *vicino* e *lontano* non può essere ridotta a una mera questione di centimetri, come se il nostro cervello calcolasse la distanza che separa il nostro corpo dagli oggetti raggiungibili in termini assoluti. Tutto ciò non contraddirebbe soltanto quel principio di relatività dello spazio caro a Henri Poincaré e decisivo per l'organizzazione dei movimenti da parte del corpo. La stessa organizzazione dei campi recettivi visivi dei neuroni di F4 e la loro funzione *anticipante* rispetto al contatto cutaneo non risultano compatibili con l'idea di uno spazio peripersonale rigidamente e univocamente fissato.²¹

E infatti recenti esperimenti²² hanno mostrato come i campi recettivi visivi dei neuroni bimodali della corteccia parietale posteriore della scimmia, che codificano il movimento della mano in modo simile a quanto fanno i neuroni di F4, possano essere *modificati da azioni che comportano l'impiego di strumenti*, come un piccolo rastrello tramite il quale recuperare delle palline di cibo. Durante l'uso ripetuto di questo strumento, infatti, i campi ricettivi visivi ancorati sulla mano si espandevano al punto da includere lo spazio intorno alla mano e al rastrello, quasi che l'immagine di quest'ultimo fosse incorporata in quella della mano, facendo tutt'uno con essa. Quando poi l'animale smetteva di usare lo strumento, pur tenendolo ancora in mano, i campi recettivi tornavano alla loro estensione usuale. Il prolungamento della mano determinato dall'impiego del rastrello comporta dunque una corrispondente estensione dello spazio raggiungibile da parte della scimmia, facendo sì che lo spazio precedentemente etichettato come "lontano" venga in seguito codi-

ficato come “vicino”. Si ha, di conseguenza, una *rimodulazione* della struttura dello spazio che evidenzia la natura *dinamica* del confine tra *vicino* e *lontano*.

La conseguenza che Rizzolatti e Corrado Sinigaglia traggono da questo quadro è di straordinaria importanza anche ai fini degli sviluppi teorici che se ne possono ricavare:

È evidente come oggetti e spazio rimandino a una costituzione di carattere *pragmatico*, in virtù della quale i primi appaiono come *poli di atti virtuali*, mentre il secondo risulta definito dal *sistema di relazioni* che tali atti dispiegano e che trova nelle varie parti del corpo la propria misura [...]. Tutto ciò non fa che confermare l'interdipendenza della costituzione degli oggetti e dello spazio che traspare dal comune rimando all'orizzonte primario dell'azione, e in virtù della quale l'impossibilità di raggiungere gli uni va di pari passo con quella di *mappare* le varie regioni dell'altro.²³

Definire gli oggetti come “poli di atti virtuali” che possiamo compiere nei loro confronti e lo spazio come il risultato del «*sistema di relazioni* che tali atti dispiegano e che trova nelle varie parti del corpo la propria misura» implica, come prima e immediata conseguenza, la necessità di prendere le distanze da un'ontologia tradizionalmente modellata sulla “cosa”, su enti conchiusi e portatori di proprietà che li caratterizzano in quanto tali in modo specifico ed esclusivo, a un'ontologia incardinata, invece, sul concetto di *relazione*.

2. *L'ontologia delle relazioni*

Come osservava nel 1967 Joseph Ratzinger, nel ruolo, che allora ricopriva, di docente di teologia, durante un corso di lezioni tenuto a Tübingen (pubblicato sotto il titolo *Einführung in das Christentum*) concepire Dio come Trinità fa sì che

la supremazia assoluta del pensiero accentrato sulla sostanza viene scardinata, in quanto la *relazione* viene scoperta come modalità primitiva ed equipolente del reale. Si rende così possibile il superamento di ciò che noi chiamiamo oggi “pensiero oggettivante”, e si affaccia alla ribalta *un nuovo pensiero*

dell'essere. Con ogni probabilità bisognerà anche dire che il compito derivante al pensiero filosofico da queste circostanze di fatto è ancora ben lungi dall'essere stato seguito, quantunque il pensiero moderno dipenda dalle prospettive qui aperte, senza le quali non sarebbe nemmeno immaginabile.²⁴

Ciò significa che, di fronte a un oggetto qualunque, anziché chiedersi che cosa esso sia di per sé e quali proprietà *indipendenti* esso possieda, ci si concentra su qualità che sono invece il risultato delle reciproche interazioni tra il soggetto e l'oggetto della conoscenza, in prima istanza, e tra gli oggetti osservati e sui quali è concentrata l'attenzione, in secondo luogo. Ciò presuppone l'esigenza di svincolarsi, oltre che da un'ontologia modellata sulla "cosa", anche da un'ontologia guidata dalla rigida distinzione di soggetto e oggetto.

Quello che è certo è che, oggi, anche la scienza sembra andare in questa direzione di riconoscimento del carattere primario della relazione rispetto alle idee di sostanza e di proprietà. Nella meccanica quantistica, in particolare, il quanto d'azione di Max Planck ci obbliga a riconoscere che, a livello microscopico, esiste un limite inferiore insuperabile per l'azione che viene scambiata in ogni processo d'interazione: per le forme di intuizione umane, e le rappresentazioni spaziotemporali (immagini) che da esse derivano, questo postulato ha conseguenze rilevanti e che non possono in alcun modo venire ignorate. Da esso deriva, in particolare, l'esigenza di caratterizzare in modo nuovo il concetto di "fenomeno": i fenomeni quantistici godono delle proprietà, nuove rispetto a quelle classiche, della *individualità* e della *irripetibilità*, in quanto il processo di osservazione, di descrizione e di misurazione, oltre a essere strettamente dipendente dalle condizioni nelle quali si svolge, produce un'*interazione* che forma una parte inseparabile del fenomeno medesimo e lascia tracce irreversibili sul suo corso. Il termine "fenomeno" deve, di conseguenza, essere utilizzato esclusivamente per riferirsi alle *osservazioni ottenute in circostanze ben definite*, comprendenti una descrizione dell'intero apparato sperimentale. Il fenomeno quantistico non è pertanto mai ripetibile in modo identico, è fondamentalmente irreversibile, è una *totalità*. Un processo atomico *diviene* un fenomeno solo all'atto dell'osservazione ed è inseparabile dalle condizioni scelte. Prima di questo atto abbiamo leggi naturali formulate in termini matematici (in particolare l'equazione

d'onda di Schrödinger), la quale governa l'evoluzione di un sistema fisico quantistico, *in assenza di una misurazione di grandezze fisiche nel sistema stesso*. E, come noto, il problema maggiore della meccanica quantistica è proprio quello di conciliare l'aspetto reversibile dell'evoluzione con quello intrinsecamente irreversibile della misurazione.

Nel momento in cui porta a concludere che il fenomeno con il quale ha a che fare non è mai ripetibile in modo identico ed è fondamentalmente irreversibile, la teoria quantistica capovolge in modo plateale la definizione classica di "oggetto fisico". Entra così in crisi l'idea che, con opportune modifiche e integrazioni, sia possibile e lecito estendere senza limiti le potenzialità espressive del linguaggio della fisica classica. Ciò ci costringe tra l'altro ad abbandonare l'idea che possa esistere una linea di demarcazione netta tra *ciò* che si descrive e il *modo* in cui lo si descrive. Questo significa che tra soggetto e oggetto si stabilisce un rapporto nel quale il primo inquadra il secondo all'interno d'immagini concettuali preesistenti, e il secondo impone vincoli alla creazione di nuove immagini e modalità rappresentative da parte del primo. È una *catena di causalità circolare*, condizionata dalla sua storia, che produce un'*interferenza* tra ciò che si descrive e il modo in cui lo si descrive, e dunque tra l'oggetto su cui verte il discorso e il soggetto che ne parla, e assegna all'atto di "instaurare una funzione referenziale" il compito di concentrare l'attenzione su determinate proprietà e di selezionare associazioni con certi altri oggetti, piuttosto che con altri ancora, e quindi di far rientrare l'oggetto medesimo all'interno di una prospettiva influenzata in misura tutt'altro che trascurabile dalle "condizioni di osservazione", dagli apparati di misura utilizzati e anche dagli interessi prevalenti dell'osservatore e dagli "strumenti" linguistici e concettuali di cui egli dispone. Non a caso il fisico Vladimir Aleksandrovich Fock ha parlato della necessità di sottolineare, nell'esposizione dei fondamenti della meccanica quantistica, l'esigenza di introdurre concetti basilari nuovi, tra i quali, in particolare, il *principio di relatività dei fenomeni studiati ai mezzi di osservazione*.

Ne scaturisce un quadro che ha quanto meno eroso la credibilità e la sostenibilità della concezione tradizionale del realismo, i cui presupposti possono essere individuati nei principi di *separabilità, località e rappresentabilità*.

Il primo afferma che la nostra concezione della realtà si basa sull'idea che, qualunque sia l'oggetto di studio, l'osservatore e l'osservato vadano trattati come esterni l'uno all'altro e reciprocamente *indipendenti*: il che significa assumerli come *sistemi separabili*. È in virtù di questo presupposto che possiamo affermare che i concetti della nostra conoscenza si riferiscono a un mondo reale *esterno*, indipendente dal soggetto che lo percepisce. L'atto dell'osservazione avviene dunque tra entità spazialmente separate: e anche ammesso che esso comporti una qualche forma di interazione fisica tra osservatore e osservato, ciò non scalfisce e non compromette minimamente la validità di questo primo principio, in quanto si può tranquillamente assumere che soggetto e oggetto siano spazialmente separati almeno dal momento in cui cessa l'interazione per l'osservazione.

Il principio di *località*, generalmente associato al principio di separabilità, anche se logicamente indipendente rispetto a esso, dice che lo stato di un sistema qualunque in una regione dello spazio-tempo non può essere influenzato da eventi in un'altra regione dello spazio-tempo, separata dalla prima da un intervallo di tipo "spazio". Esso incorpora dunque e fa propri i vincoli rilevanti di località relativistica sulle interazioni fisiche, e in particolare l'assunzione che vi è un limite alla velocità con cui i segnali possono essere trasmessi, quello della velocità della luce.

L'affermazione probabilmente più chiara di questi due principi e dell'opportunità di distinguerli si trova in una lettera che Albert Einstein scrisse a Max Born il 5 aprile 1948:

Se, indipendentemente dalla teoria dei quanti, ci chiediamo che cosa caratterizzi il mondo concettuale della fisica, viene subito alla mente il fatto che i concetti della fisica si riferiscono a un universo esterno reale, ossia che le rappresentazioni degli oggetti (corpi, campi, ecc.) stabilite dalla fisica aspirano a un'"esistenza reale" indipendente dai soggetti della percezione; d'altra parte queste rappresentazioni sono messe in relazione nel modo più certo possibile con le impressioni sensoriali. Inoltre, è caratteristico degli oggetti fisici l'essere concepiti come disposti in un continuo spazio-temporale; in questa disposizione, appare essenziale il fatto che in un dato istante gli oggetti considerati dalla fisica reclamino un'esistenza singola autonoma in quanto "collocati in regioni distinte dello spazio". Fuori dell'ipotesi di una

simile esistenza autonoma (di un “essere così” [il *dasein*] dei singoli oggetti spazialmente separati – ipotesi che deriva in primo luogo dalla riflessione quotidiana – non sarebbe possibile un pensiero fisico nel senso per noi abituale; né si vede come potrebbero essere formulate e verificate delle leggi fisiche senza una netta distinzione di questo tipo. La teoria dei campi ha portato alle estreme conseguenze questo principio, localizzando negli elementi spaziali infinitesimi (quadrimensionali) sia gli oggetti elementari – esistenti indipendentemente gli uni dagli altri – posti a base della teoria, sia le leggi elementari postulate per essa.

Caratteristico della reciproca indipendenza tra due oggetti spazialmente separati (A e B) è il seguente principio, applicato in modo coerente solo nella teoria dei campi: un influsso esterno esercitato su A non ha alcun influsso diretto su B. La rinuncia radicale a questo “principio di contiguità” [meglio sarebbe chiamarlo “principio dell’azione locale” S.T.] renderebbe impossibile l’idea dell’esistenza di sistemi (quasi) chiusi e quindi l’enunciazione di leggi empiricamente verificabili nel senso per noi abituale.²⁵

Ciò che Einstein evidenzia in questo passo è che ogni discorso sulla realtà fisica, su un mondo esterno reale descritto dalla conoscenza scientifica, si basa, in ultima istanza, sull’idea dell’esistenza mutuamente indipendente (sul *dasein*) di sistemi spazio-temporalmente separati. Se si rinuncia ad assumere questo presupposto risulta, a suo parere, difficile capire come le leggi fisiche potrebbero essere formulate e controllate: anzi, sarebbe impossibile lo stesso “pensiero fisico”, nel senso a noi familiare, in quanto non si riuscirebbe a stabilire che cosa la fisica descriva.

Commenta Don Howard:

Sembra dunque che l’impresa della fisica non possa aver inizio prima che si siano stipulati quelli che conterranno, per convenzione, come i sistemi fisici che miriamo a descrivere; il che vuol dire che dobbiamo avere qualche criterio di individuazione per i sistemi fisici che costituiscono l’ontologia fondamentale di una teoria. La condizione di separabilità fornisce un tale criterio di individuazione: due sistemi saranno distinti come due, invece che uno, se occupano regioni spazio-temporalmente separate dello spazio-tempo, e questo indipendentemente dalla loro storia di interazione. In altre parole, il principio di separabilità dice che si possono tracciare le linee tra le

parti dell'universo dovunque si voglia – vi sono “correlazioni” ovunque. La teoria dei campi lo fa nella maniera più estrema possibile, considerando ogni infinitesimale regione dello spazio-tempo (ogni punto-evento nella varietà spazio-temporale della relatività generale) come un sistema separato caratterizzato dal suo stato separato (la grandezza del tensore metrico a quel punto nel caso della relatività generale). Il principio di località aggiunge semplicemente che lo stato di uno di questi sistemi separati non può essere influenzato da eventi in regioni di spazio-tempo separate dalla regione data da un intervallo di tipo spazio; il che equivale a dire che tutte le influenze sono influenze locali.²⁶

Questa visione del realismo si basa dunque sul presupposto che il mondo debba essere diviso in parti, in modo tale da poter fare asserzioni su ciascuna di esse, e che a tal fine l'osservatore debba disporre della possibilità di tracciare *linee di demarcazione* nette e precise, che gli consentano di stabilire quel che si ritiene essere un “sistema”. I confini tra i sottosistemi in cui l'universo si articola sono dunque i cardini imprescindibili dell'individuazione di ciò che si deve assumere come oggetto di studio: e per rispondere pienamente a tale funzione essi devono venir considerati come invalicabili e impermeabili, almeno finché vale la suddetta assunzione, e dunque il riferimento all'oggetto di studio prescelto.

Il terzo presupposto di cui abbiamo parlato, quello della *rappresentabilità*, àncora la conoscenza alla capacità di visualizzazione di cui l'uomo dispone. Questa capacità può essere intesa in due sensi, uno più astratto e generale, reso con il termine tedesco *Anschauung*, che fa riferimento all'apprensione immediata di un oggetto reale che Kant assume come preconditione di ogni forma possibile di conoscenza; e uno più specifico, ricalcato sulla conoscenza scientifica, e su quella della fisica in particolare, indicato con il termine *Anschaulichkeit* (e l'aggettivo *anschaulich*), con il quale si connota invece l'intuizione attraverso un modello di tipo meccanico, o più in generale ogni forma di visualizzazione e rappresentazione di tipo visivo o visualizzabile. In questa seconda accezione il principio della rappresentabilità si riferisce pertanto all'idea che la descrizione dei fenomeni naturali non possa prescindere dalla disponibilità di immagini spazio-temporali e intuitive.

La ragione per la quale l'emergere, all'interno della scienza fisica, della teoria quantistica ha messo in dubbio questi presupposti sta nel fatto che se questa teoria viene considerata completa, ciò che siamo soliti chiamare "proprietà" non può essere attribuito alle parti di un sistema fisico, ai suoi costituenti, ma soltanto al sistema globale, alla totalità inseparabile dei suoi sottosistemi. Ma poiché, prima o poi, nell'universo tutto interagisce con tutto, si produce il fenomeno di *entanglement* (ingarbugliamento): e in questa visione olistica i sistemi quantistici perdono la loro individualità.

La meccanica quantistica, pertanto, non soddisfa il principio di separazione, in quanto in presenza di due sistemi A e B che abbiano precedentemente interagito, indipendentemente da quanto ampiamente separati essi possano essere allo stato attuale, attribuisce differenti stati teorici al primo, relativamente alla misurazione che scegliamo di effettuare sul secondo. E non soddisfa neppure il principio di non-località, dato che in un sistema composto da due o più parti ed *entangled* si possono far emergere a distanza, istantaneamente e ad arbitrio dello sperimentatore, certe proprietà di una delle parti costituenti.

Se dunque ci si rifiuta di ammettere la presenza di "variabili nascoste", come quelle ipotizzate dalla teoria di Louis de Broglie e David Bohm, la meccanica quantistica assegna ad A e B stati congiunti non fattorizzabili ed *entangled* e, in tal modo spinge altresì ad abbandonare un quadro di riferimento spazio-temporale, in quanto i soli stati congiunti che si possono costruire per sistemi interagenti nello spazio-tempo sono stati fattorizzabili non *entangled*. E fu del resto la necessità di sistemare gli stati attribuiti dalla meccanica quantistica a sistemi che abbiano interagito almeno una volta nella loro storia che indusse Schrödinger, alla metà degli anni Venti, a spostare la funzione di stato dallo spazio fisico nello spazio delle configurazioni.

Questo spostamento non rimane, ovviamente, privo di conseguenze per quanto riguarda l'applicabilità ai processi atomici delle immagini spazio-temporali, mediante le quali erano state fino ad allora condotte e realizzate le descrizioni dei fenomeni naturali. E Niels Bohr richiama più volte, nel corso della sua opera, l'attenzione sul fatto che questa nuova situazione che si viene a determinare

nell'ambito della teoria fisica esclude la possibilità di mantenere l'ordinaria descrizione spazio-temporale dei fenomeni. In coerenza con questa convinzione egli elimina progressivamente dai suoi scritti ogni riferimento agli elementi propri di una raffigurazione modellistica dell'atomo, fino a non parlare più di elettroni e moti orbitabili e a sostituire questa terminologia con un'altra, in cui compaiono invece termini ed espressioni come "stato stazionario", "stabilità peculiare", "transizioni tra stati stazionari", senza tuttavia che i postulati ne presentino un contenuto definitorio.

Il quadro, qui sommariamente delineato, ci pone di fronte a una situazione che non può essere ignorata o elusa, e che ci deve orientare a porre, quanto meno, il problema della elaborazione di un nuovo pensiero dell'essere, per riprendere l'espressione di Ratzinger, basato sul carattere primario della relazione e sull'assunzione di quest'ultima quale modalità originaria del reale.

3. Che cos'è e come si forma il "senso del tempo"

Abbiamo dunque visto come l'idea di spazio scaturisca da specifici modi di immagazzinare e di codificare l'informazione relativa a essa, e come questa forma di strutturazione e organizzazione dell'esperienza possa, di conseguenza, cominciare a essere spiegata a partire da meccanismi puramente cerebrali. Le cose sembrano stare diversamente per quanto riguarda l'informazione corrispondente al tempo. In questo caso, infatti, le ricerche nel campo delle neuroscienze sono finora pervenute ad appurare che la nostra valutazione delle durate sollecita molte regioni cerebrali – come il cervelletto e la regione frontale – senza tuttavia riuscire a portare alla luce i meccanismi a essa sottesi.²⁷ Questo ha portato taluni, come Klein per esempio, a concludere che

l'informazione corrispondente al tempo che passa non sia immagazzinata o codificata in quanto tale. Dunque non esisterebbe un "senso del tempo" paragonabile a quello dello spazio e a tutti gli altri – come la vista – sebbene sia stato possibile identificare alcune regolarità e leggi relative alla nostra percezione delle durate.²⁸

Sappiamo, per esempio, che le durate brevi hanno la tendenza a essere sovrastimate, mentre quelle lunghe sono in genere sottostimate; inoltre, sembra che una stimolazione intensa appaia sempre più lunga di una di durata identica ma meno intensa. La nostra valutazione delle durate subisce poi una deformazione dipendente dalla natura e dalla modulazione dei segnali che riceviamo. Esemplicamente, un intervallo di tempo che separa due suoni brevi è sempre valutato come più corto di un intervallo di durata identica, ma “arricchito” da un suono continuo. Tutto quello che abbiamo potuto appurare, almeno fino a questo momento, ci porta pertanto alla conclusione che

dal punto di vista biologico, la misura del tempo non ci appartiene. Pur avendo una vaga nozione del tempo che passa sulla scala dei minuti, e organi di senso che ci permettono di renderci conto dei segni del trascorrere del tempo su scale più estese, non possediamo nessun organo specifico per registrare o quantificare il passare del tempo. La misura del tempo è una costruzione della nostra civiltà.²⁹

La mancata disponibilità di un “senso del tempo” interno parrebbe dunque doverci indurre a ritenere che tutte le informazioni corrispondenti a questa specifica idea possono essere tratte soltanto dall’*osservazione* dell’ambiente esterno, in particolare dell’alternarsi del giorno e della notte, dell’avvicinarsi delle stagioni e dell’analisi di tutti gli esseri viventi che ci circondano, i quali nascono, crescono, invecchiano e muoiono, e dai processi di *misurazione* della relativa grandezza, che divengono così costitutivi della grandezza medesima.

Per questo, come scrive Edoardo Boncinelli:

è difficile sopravvalutare l’importanza della scoperta e della diffusione della misura del tempo, tanto sul piano concettuale quanto su quello del vivere quotidiano. Sul piano concettuale, il fluire del tempo si materializza in una collezione di intervalli giustapposti e posizionati l’uno rispetto all’altro secondo rapporti definiti, nonché suddivisibili in un numero praticamente infinito di sottointervalli. In questo modo il *tempo acquista caratteristiche spaziali*, si concretizza e diviene qualcosa di afferrabile, di percorribile e di contabile. Rientra cioè nel regno delle grandezze misurabili, come uno dei tanti

parametri della fisica, anche se non c'è niente che possa sussistere al di fuori di esso. La permanenza nel tempo è la condizione essenziale delle cose estese, ma è necessario trascorrere anche per permanere. Dalla dimensione del tempo non si può uscire in alcun modo e non si possono prendere pause. Non esiste, in particolare, un modo indipendente dal trascorrere del tempo per misurare il tempo, e gli intervalli di tempo non si possono misurare se non scorrendo con loro. Quando li si è misurati non esistono più, non appartengono più ad alcun presente, se non quello della nostra rappresentazione mentale spazializzata e contemplata sincronicamente.³⁰

Questa dipendenza del tempo dai processi di osservazione e misurazione che lo riguardano, che diventano così costitutivi della sua grandezza, comporta dunque che il tempo, per potere essere misurato, debba essere *spazializzato* e quindi trasformato in qualcosa di sostanzialmente diverso.

Non tutti concordano però con l'idea che la mancata identificazione dei meccanismi cerebrali sottesi alla nostra valutazione delle durate debba necessariamente comportare l'adesione a quella che Giovanni Bruno Vicario definisce «l'idea preconcepita che il tempo psicologico sia soltanto una “brutta copia” del tempo fisico».³¹ Intervenendo nella controversia tra coloro che si sforzano di trovare nei fatti fisiologici intercorrenti tra le sequenze di stimoli e le successioni percepite le cause delle discrepanze tra l'uno e l'altro tipo di tempo e coloro che, sulla scorta di William Stern ed Edmund Husserl, ritengono che il tempo psicologico sia di natura differente da quello fisico, Vicario propone di attenuare questo dissidio, proponendo la seguente posizione:

Il tempo non è una realtà unica e monolitica, assimilabile al tempo di cui parlano i fisici, ma una realtà articolata in almeno sei livelli gerarchici, in cui la fisica occupa i tre primi livelli e la psicologia il penultimo. La principale caratteristica di tale organizzazione gerarchica è che, partendo dal livello più basso per arrivare al più alto (il tempo sociale, quello degli orologi, dei calendari e della storia), il tempo si arricchisce di proprietà nuove senza perdere quelle presenti ai livelli inferiori. Cercare di spiegare le caratteristiche del tempo a un certo livello con le caratteristiche del tempo a un livello inferiore (riduzionismo) o superiore è sbagliato: i fenomeni dell'entropia (III livello)

non possono essere spiegati con quelli della meccanica (II livello), e i fenomeni sociali (VI livello) non possono essere spiegati con le caratteristiche del tempo psicologico (V livello).³²

La differenza fondamentale tra il tempo fisico e quello psicologico, secondo questa prospettiva, risiede nel fatto che quest'ultimo non è, a differenza del primo, regolare e inalterabile, in quanto in esso «non contano i reali rapporti di prima/dopo esistenti tra le stimolazioni, ma le relazioni di somiglianza o di diversità presenti negli elementi della successione».³³

Per cercare di appurare *se* ed eventualmente *come* si formi al nostro interno un “senso del tempo” indipendente da quello fisico, e che natura in tal caso abbia, alcuni ricercatori hanno ritenuto opportuno partire da un'analisi della funzione di quella che dell'articolazione di questo senso è una delle componenti fondamentali, in quanto riguarda una specifica dimensione di esso, e cioè la *memoria*. A tal fine hanno preso le mosse dall'idea, ormai ampiamente condivisa nell'ambito delle neuroscienze, che il fattore chiave del funzionamento dei processi cerebrali è la formazione di *aggregati*, di coalizioni plasmate a molti livelli, tra molecole, cellule, gruppi di neuroni, singoli organismi e poi, a livello della mente, linguaggi, idee. Da questo punto di vista il problema principale di cui occuparsi diventa la spiegazione di come si formino questi aggregati e come essi assumano una forma durevole, in modo da diventare il più possibile stabili, dato che la stabilità e la durata rappresentano la prova più evidente del loro successo. Come notano Gerald Edelman e Giulio Tononi, «purtroppo, nella letteratura statistica, non esiste una definizione universalmente accettata di *aggregato*, anche se vi è in generale concordanza sul fatto che andrebbe definito nei termini di coesione interna e di isolamento dall'esterno»;³⁴ e comunque vi è un utile criterio intuitivo cui possiamo riferirci per cogliere e fissare il suo tratto distintivo fondamentale, e che possiamo chiamare “indice di aggregazione”, basato sulla seguente caratterizzazione: «Un sottoinsieme di elementi che interagiscono con forza tra loro e debolmente con il resto del sistema e che non si possono a loro volta scomporre in componenti indipendenti o quasi indipendenti».³⁵

La formazione di aggregati così definiti, pone, a sua volta, il problema del chiarimento delle modalità e dei processi attraverso i quali si formano ed evolvono organizzazioni sempre più complesse attraverso la cooperazione di componenti più semplici. Un punto sul quale si registra un'ampia convergenza a proposito di tali processi è che sistemi di complessità paragonabile a quella del cervello non possono essere progettati: possono soltanto *evolversi*. Si dà, vale a dire, sempre più per scontato come «il cervello, dopo essersi originato nel corso dell'evoluzione naturale – che ha stabilito i vincoli dei valori e le strutture principali – operi per selezione somatica». E che «invece di essere guidato da un insieme di *procedure efficaci*, è governato da un gruppo di *strutture efficaci*, le cui dinamiche consentono alle sue attività correlate di originarsi per selezione, piuttosto che mediante le regole della logica [...]. È la selezione – naturale e somatica – che ha dato origine al linguaggio e alla metafora, ed è sempre la selezione, e non la logica, che soggiace al riconoscimento di strutture e al pensiero metaforico [...]. Questa consapevolezza non implica, naturalmente, che la selezione possa sostituirsi alla logica, né tanto meno nega l'enorme forza delle operazioni logiche».³⁶

Edelman, com'è noto, ha proposto una spiegazione di come, all'interno del cervello, si formino e si stabilizzino aggregati sempre più complessi, basata su principi selettivi che, del cervello medesimo, considerano l'evoluzione, lo sviluppo, la struttura e la funzione. Questa spiegazione, basata sulla teoria della selezione dei gruppi neuronali (TSGN), o darwinismo neurale, si fonda sui seguenti tre principi:

- a) la selezione *nello sviluppo embrionale*, che concerne soprattutto le cellule nervose e i loro prolungamenti e che determina la formazione di un *repertorio primario*, cioè di reti anatomiche, diverse da individuo a individuo, basate sugli schemi di interconnessione nei gruppi di neuroni e fra di loro;
- b) la selezione *in base all'esperienza*, un secondo processo selettivo postnatale, determinato dall'esperienza, che rafforza o indebolisce popolazioni di sinapsi e porta alla formazione di vari circuiti, un *repertorio secondario* di gruppi di neuroni, costituito da schemi funzionali di valore adattativo. In questa fase le differenze in-

- dividuali, già presenti, a livello morfologico, nel repertorio primario vengono ulteriormente amplificate, in quanto le esperienze comportamentali di ciascun individuo sono uniche;
- c) la selezione sotto forma di *mapping rientrante*. Ecco la definizione che ne fornisce lo stesso Edelman: «Questa è forse l'ipotesi più importante proposta dalla teoria, in quanto sta alla base del modo in cui le aree cerebrali che emergono nel corso dell'evoluzione si coordinano tra loro per dare luogo a nuove funzioni. Per espletare tali funzioni, i repertori primari e secondari devono formare mappe; queste sono collegate da connessioni a parallelismo massiccio e operanti nei due sensi [...]. La segnalazione rientrante avviene lungo queste connessioni: ciò significa che, quando vengono selezionati alcuni gruppi di neuroni di una mappa, possono essere selezionati contemporaneamente altri gruppi di neuroni appartenenti ad altre mappe, diverse ma connesse alla prima dal meccanismo di rientro. Grazie alla segnalazione rientrante e al rafforzamento – in un certo intervallo di tempo – delle interconnessioni tra mappe, si ottengono quindi la correlazione e il coordinamento tra questi eventi di selezione». ³⁷

Questo coordinamento selettivo dei complessi schemi di interconnessione tra gruppi di neuroni, operato dal rientro, assicura, in primo luogo, la coerenza dell'intero sistema rispetto al suo stato momentaneo; in secondo luogo, in quanto integra i risultati non predeterminati dell'attività di parti differenti del sistema (cioè delle diverse mappe e sottomappe in cui esso si articola) rappresenta il principale meccanismo “costruttivo” di cui l'organismo è dotato e la base del suo comportamento. Unitamente alla memoria, esso costituisce dunque il principale anello di collegamento tra la fisiologia e la psicologia.

Per spiegare come avvenga questo collegamento, ovviamente, il rientro deve riuscire a rendere conto della categorizzazione percettiva. L'idea di Edelman è che ciò che chiamiamo “realtà esterna” o “ambiente” sia, in effetti, un semplice sfondo molteplice e indistinto di stimoli, suscettibile di essere ripartito nelle più diverse forme. La percezione si applica, di conseguenza, a oggetti ed eventi, originariamente non “etichettati”, “ritagliati” da questo sfondo e agisce associando i segnali provenienti da molteplici mappe connesse mediante rientro

al comportamento sensomotorio del sistema vivente. Ciò si realizza in una struttura di ordine superiore, chiamata *mapping globale*, che è

una struttura dinamica composta di mappe locali (sia motorie sia sensoriali) connesse da rientro multiplo e in grado di interagire con porzioni del cervello non organizzate a mappe – tra queste vi sono parti di strutture specializzate come l'ippocampo, i gangli basali e il cervelletto. Un mapping globale permette di collegare gli eventi selettivi che hanno luogo nelle sue mappe *locali* con il comportamento motorio dell'animale, con nuovi campionamenti sensoriali del mondo esterno e con altri, successivi, eventi prodotti dal rientro.

Un siffatto mapping globale garantisce la creazione di un ciclo dinamico che mette continuamente in corrispondenza i gesti e la postura di un animale con il campionamento indipendente di vari tipi di segnali sensibili. La selezione di gruppi di neuroni all'interno delle mappe locali di un mapping globale conduce, quindi, a specifiche risposte categoriali [...] L'attività sensomotoria sull'intero mapping globale *seleziona* i gruppi di neuroni che forniscono l'uscita o il comportamento adeguati, da cui consegue la categorizzazione. In tali sistemi le decisioni si basano sulla statistica delle correlazioni tra i segnali.³⁸

Abbiamo dunque un processo, nell'ambito del quale dal mondo esterno provengono al sistema segnali che vengono decodificati da gruppi di neuroni più "adatti", che da quel momento si associano tra loro in una rete nervosa in grado di trattenere la memoria di quello stimolo-evento e di riconoscerlo in futuro. Come risposta a questo stimolo evento diverse sorgenti di segnali d'uscita portano al movimento, il che, a sua volta, "retroagisce" sul sistema, in maniera non predefinita, e proprio per questo differente da un semplice meccanismo di controllo a *feedback*, alterando il modo in cui i segnali sensoriali vengono recepiti.

Quello che Edelman ipotizza è quindi un processo di trasformazione di un evento in memoria innescato dall'azione del primo su una particolare popolazione di neuroni "selezionati" da quella specifica esperienza nell'ambito del ricchissimo repertorio di neuroni disponibili.

I mappaggi globali sono il substrato necessario per correlare categorizzazione e memoria [...]. In un mappaggio globale, variazioni a lungo termine del-

la forza sinaptica favoriranno la mutua attività rientrante di quei gruppi la cui attività è stata correlata attraverso mappe differenti nel corso di comportamenti passati. Quando, ad esempio, ci prepariamo ad afferrare un bicchiere, viene richiamato in memoria un intero insieme di circuiti differenti, già modificati da precedenti variazioni sinaptiche. Tali variazioni sinaptiche su ampie parti del mappaggio globale sono a fondamento della memoria, ma la memoria dei mappaggi globali non è un deposito di attributi prefissati e codificati da richiamare e da assemblare in una logica replicativa, come in un computer. La memoria è invece un processo di ricategorizzazione continua che, per sua natura deve essere procedurale e implica l'attività motoria continua, la quale determina la capacità di ripetere un esercizio: afferrare un bicchiere, nel nostro caso.³⁹

La memoria è quindi qualcosa di complesso e multiforme, e proprio per questo si "disloca" a livelli differenti, in quanto ognuno dei suoi molteplici aspetti viene codificato da diversi gruppi o popolazioni di neuroni, in grado di interagire fra di loro per ricostruire, in seguito, l'esperienza nel suo insieme. Ma è altresì vero che uno stesso gruppo di neuroni può codificare aspetti simili di realtà diverse, per cui quella tra eventi e relative memorie non è per nulla (o, perlomeno, non è detto che sia) una relazione di corrispondenza biunivoca. Proprio per questo può succedere che memorie diverse condividano elementi comuni, che talora potrebbero sovrapporsi generando incertezze, confusione, oblio e via dicendo. E anche per questo un mapping globale è una struttura dinamica e instabile, che varia nel tempo e a seconda del comportamento: a causa di perturbazioni a diversi livelli, esso può ricombinarsi in maniera differente, disfarsi o essere sostituito da un altro.

Tutti i sistemi selettivi condividono una notevole proprietà, al tempo stesso unica ed essenziale per il loro funzionamento. In tali sistemi esistono di regola molti differenti modi, *non necessariamente identici in senso strutturale*, mediante i quali si può manifestare un segnale in uscita. Definiamo questa proprietà *degenerazione* [...]. In parole povere, la degenerazione si riflette nella capacità di componenti differenti per struttura di produrre risultati o segnali in uscita simili [...]. La degenerazione non è solo un carattere utile dei sistemi selettivi, è anche una loro conseguenza inevitabile. La pressione

selettiva dell'evoluzione agisce di regola sugli individui alla fine di una lunga serie di eventi complessi, che coinvolgono molti elementi interattivi in molteplici scale temporali e spaziali. È improbabile che si possano assegnare con precisione funzioni ben definite a sottoinsiemi indipendenti di elementi, o processi, nelle reti biologiche.⁴⁰

Se le cose stanno così, allora un ricordo non va identificato con un unico e specifico insieme di variazioni sinaptiche. Infatti, le particolari variazioni sinaptiche associate a un determinato segnale in uscita, e infine a un intero comportamento, cambiano ulteriormente nello svolgimento di quella prestazione. Quando un atto viene ripetuto ad essere evocata non è, dunque, una qualsivoglia sequenza specifica, ma una, o più, tra le varie *configurazioni neurali di risposta* adeguate a quel comportamento.

Alla luce di queste premesse è facile capire perché Edelman non possa che ritenere *del tutto erronea qualsiasi concezione della memoria che la assimili a un contenitore, a un "archivio" di ricordi*. Non solo non esiste l'archivio, ma neppure è corretto parlare di ricordi, in quanto al livello della memoria così concepita e intesa, che è una costante attività di ricategorizzazione delle risposte agli stimoli, il richiamo di una particolare risposta categoriale, che avviene sempre in situazioni continuamente mutevoli, non può che modificare «la struttura e la dinamica delle popolazioni neurali implicate nella categorizzazione originaria [...]». Un tale richiamo può dare origine a una *risposta* simile a una risposta data in precedenza (un "ricordo"), ma in generale la risposta è modificata o arricchita dai mutamenti in corso». ⁴¹ In questo contesto la memoria è dunque definita come una *ricategorizzazione* originata dal processo di rientro fra rappresentazioni in tempi successivi di percezione: da questo stesso processo dinamico di raffronto fra immagini delle cose percepite e collegate tra loro in tempi diversi scaturisce anche la funzione immaginativa, che consiste nella capacità di far emergere, attraverso associazioni costruttive, nuove immagini e rappresentazioni. Questo primo livello della memoria è integrato da un secondo, la *memoria a lungo termine*, legata a «mutamenti sinaptici *secondari*, che mettono in relazione fra loro alcuni degli stessi gruppi neuronali che erano implicati in una data memoria a breve termine». ⁴²

La stabilità degli aggregati, che come si è visto è una delle loro condizioni di efficacia e di successo, acquista particolare rilievo e importanza nel caso degli stati di coscienza: infatti, anche se i loro contenuti sono soggetti a ininterrotti cambiamenti, questi ultimi debbono essere continui e coerenti a sufficienza da consentirci di riconoscere il mondo intorno a noi in forme di scene dotate di significato e di fare delle scelte e dei progetti. L'unità, la stabilità, la coerenza sono dunque tra le proprietà fondamentali della coscienza, proprietà che possono essere fatte confluire in una spiccata *integrazione*: accanto a esse va presa in considerazione, come suo ulteriore e imprescindibile carattere generale, l'*informatività*, vale a dire la possibilità di estrarre, in una frazione di secondo, ogni stato di coscienza da un repertorio di miliardi e miliardi di possibili stati alternativi, ognuno con differenti effetti sul comportamento. A uno stato caratterizzato da questi tratti distintivi deve essere sotteso un gruppo di neuroni che faccia parte di *«un aggregato funzionale distribuito che, attraverso interazioni rientranti nel sistema talamocorticale, attua un'integrazione elevata nell'arco di centinaia di millisecondi; per fondare l'esperienza cosciente è essenziale che tale aggregato funzionale sia notevolmente differenziato, come indicano valori elevati di complessità»*.⁴³ Questo aggregato viene chiamato da Edelman e Tononi "nucleo dinamico" proprio per sottolineare al contempo l'integrazione e la composizione che muta costantemente.

Un nucleo dinamico è perciò un processo e non una cosa o un luogo, ed è definito mediante interazioni neurali, piuttosto che attraverso la localizzazione specifica, gli schemi di connessione o le attività neurali. Anche se avrà un'estensione spaziale, un nucleo dinamico è in linea di massima spazialmente distribuito, oltretutto mutevole per composizione. Non può dunque essere localizzato in una singola area cerebrale [...]. La nostra ipotesi, evidenziando il ruolo delle interazioni funzionali tra gruppi distribuiti di neuroni piuttosto che le loro proprietà locali, considera che lo stesso gruppo di neuroni possa a volte far parte del nucleo dinamico e fondare l'esperienza cosciente, ma in tempi diversi esserne escluso ed essere perciò coinvolto in processi non coscienti. Inoltre, poiché far parte del nucleo dinamico dipende da rapide oscillazioni delle connessioni funzionali tra gruppi di neuroni piuttosto che dalla loro contiguità anatomica, la sua composizione trascende i confini anatomici tradizionali.⁴⁴

Da questo complesso quadro esplicativo, riguardante i processi di percezione, categorizzazione e memoria, e il livello della coscienza, emerge chiaramente l'idea che in ogni momento la maggior parte dei gruppi neuronali del cervello sia influenzata e modificata in modo predominante dall'*informazione intrinseca*, proveniente da altre parti del cervello. Ciò, ovviamente, non significa negare il contributo dell'*informazione estrinseca*, proveniente dall'ambiente. La relazione tra i due tipi di informazione, che «può essere misurata da una grandezza, la *complessità di accoppiamento*, o *CM*, la variazione della complessità neurale che deriva dall'incontro con gli stimoli esterni», è però tale che «per un valore piccolo dell'informazione reciproca *estrinseca* tra uno stimolo e un sistema neurale, vi è in genere una grande variazione dell'informazione reciproca *intrinseca* tra sottoinsiemi di unità all'interno del sistema neurale».45 Ciò significa che «i segnali estrinseci trasmettono informazione non tanto in se stessi, quanto in virtù del modo in cui modulano i segnali intrinseci scambiati all'interno di un sistema neurale che ha già vissuto delle esperienze. In altre parole, uno stimolo agisce non già sommando grandi quantità di informazione estrinseca da elaborare successivamente, ma amplificando l'informazione reciproca risultante dalle interazioni neurali selezionate e stabilizzate dalla memoria nei precedenti incontri con l'ambiente».46

In ogni istante, pertanto, il cervello va ben oltre l'informazione ricevuta all'esterno: parlare di “relazione di accoppiamento” tra informazione esterna e informazione interna e far cadere su quest'ultima l'onere maggiore per quanto riguarda l'attribuzione del significato agli stimoli vuol dire infatti che solo attraverso una qualche forma di valutazione uniforme dei segnali interni si possono riconoscere e selezionare quelle configurazioni che rappresentano soluzioni di problemi esterni. Siamo dunque di fronte a una situazione che conferma e rafforza ulteriormente le ragioni a sostegno del passaggio da un'ontologia delle proprietà a un'*ontologia delle relazioni*, in quanto evidenzia come dall'esterno non ci provengano simboli già codificati, ma piuttosto segnali il cui significato si costruisce via via attraverso una relazione di accoppiamento esterno/interno, cioè nell'ambito di un processo dinamico di relazione.

Asserire che il criterio per riconoscere gli aggregati, che costituiscono soluzioni di problemi esterni, è una valutazione uniforme dei

segnali interni, significa, in particolare, segnalare l'esigenza di una qualche funzione che orienti e guidi questo processo di valutazione. La risposta all'accoppiamento tra informazione interna e informazione esterna non può consistere, per le ragioni che si sono viste, né in istruzioni specifiche provenienti dall'esterno, né negli automatismi e nei vincoli che potrebbero scaturire da una rigida corrispondenza tra strutture interne e risultati o segnali in uscita. Queste possibilità sono infatti incompatibili con la *degenerazione* che, assicurando, come si è visto, la presenza di un gran numero di strutture non identiche, ma dalle funzioni simili, garantisce un elevato grado di flessibilità e accresce l'adattabilità a eventi imprevisti, ma produce, d'altro canto, un considerevole allentamento di questi vincoli. L'alternativa non può che essere cercata in prodotti dell'evoluzione selettiva, cioè in strutture fenotipiche e in circuiti neurali selezionati nel corso dell'evoluzione e in grado di vincolare gli eventi selettivi somatici, come le variazioni sinaptiche che si verificano nello sviluppo del cervello e con l'esperienza. Per esempio i molti riflessi con cui vengono al mondo i neonati, le diverse caratteristiche morfologiche, come quelle degli organi sensoriali e dell'apparato motorio che collegano le parti e gli organi del corpo alle diverse funzioni del cervello, il modo in cui gli arti si articolano (il solo fatto di avere una mano di determinata forma e con la propensione ad afferrare in un modo piuttosto che in un altro, com'è noto, aumenta enormemente nell'uomo la selezione di sinapsi e di andamenti di attività neurali che produrranno le azioni appropriate). Edelman e Tononi chiamano *valori* questa base già disponibile, a partire dalla quale si possono poi sviluppare la categorizzazione e l'azione basate sul cervello.

Il valore è solo una *precondizione* perché vi sia una risposta percettiva o comportamentale, e tale risposta categoriale dipende dalla presenza effettiva della selezione [...]. In genere, anche se il valore dà forma alla categorizzazione nel rispetto dell'evoluzione, non può trasmettere o conservare i dettagli di un evento del mondo reale. Per esempio, i valori saranno necessari per orientare gli occhi di un neonato verso una sorgente di luce, ma non sono sufficienti per riconoscere i differenti oggetti [...]. Essi possono altresì modificare la probabilità che le sinapsi si rinforzino o si indeboliscano in risposta all'attivi-

tà neurale. In questo modo i sistemi di valore sono perfettamente calibrati per segnalare all'intero cervello la presenza di eventi importanti.⁴⁷

Il contributo che i valori, assieme alla variabilità, all'amplificazione differenziale, alla degenerazione, offrono al funzionamento del cervello è dunque essenziale. Per capire ancora meglio perché, possiamo riferirci a un'importante nozione introdotta nel 1979 da James J. Gibson,⁴⁸ quella di *affordance*, coniata per descrivere il rapporto reciproco tra un animale e l'ambiente, e divenuta successivamente uno dei cardini della psicologia ecologica. Secondo Gibson le risorse disponibili nell'ambiente sono ciò che esso offre all'animale. Esempi di "risorse" in questo senso, sono superfici d'appoggio, oggetti che, come un tronco d'albero, possono essere *usati* da un gatto per arrotarsi le unghie e da un uomo per sedersi, sostanze commestibili, o eventi climatici. Una volta scoperta, una risorsa ha *valore e significato* per l'animale – negativo o positivo che sia – in quanto è legata alla sua *sopravvivenza*, potendola favorire o mettere in pericolo. Queste, dunque «non sono solo delle proprietà fisiche astratte», ma incarnano delle *opportunità pratiche* che l'oggetto, per così dire, *offre* all'organismo che lo percepisce.⁴⁹ Possiamo pertanto dire che ci troviamo di fronte a una *coppia di tendenze e capacità, entrambe oggettive*. È vero infatti che la risorsa disponibile esiste, sia che venga percepita o no, e che appare caratterizzata da *tendenze oggettive*; altrettanto vero, però, e gli esempi fatti lo evidenziano nel modo migliore, è che esiste una *capacità, altrettanto oggettiva*, diffusa nel mondo animale non solo di *riconoscere risorse nell'ambiente*, ma anche di vederle e utilizzarle in modo differenziato (cioè di considerarle "risorse" in maniera diversa e per obiettivi e scopi del tutto differenti tra loro, come "arrotarsi le unghie" (da parte del gatto) e "sedersi" (da parte dell'uomo) nel caso della medesima risorsa "tronco d'albero". Adattando al nostro tema l'approccio di Gibson, potremmo dire che la percezione di una cosa, di un processo, di un contesto, è sempre la percezione di una certa atmosfera come sua *affordance*, perché non è mai «un processo di percezione di un oggetto fisico privo di valori, a cui il significato è qualcosa di aggiunto in un modo su cui nessuno è in grado di concordare, ma un processo di percezione di un oggetto ecologico ricco di valore». La percezio-

ne sinestesica, per esempio, di un bosco, ossia di uno spazio che appare inquietante nel suo non permettere una libera osservazione né un'arbitraria locomozione, nel suo essere caratterizzato dallo stormire delle fronde, dalla frescura e dall'odore di muschio ecc., è difficile che non susciti in ciascuno l'impressione e la valutazione complessiva di uno "spazio crepuscolare".⁵⁰

[La categorizzazione, dunque] avviene sempre in riferimento a criteri di valore interni e questo riferimento ne definisce l'adeguatezza. I criteri di valore non *determinano* specifiche categorizzazioni, ma *limitano* i domini di appartenenza delle categorie. Secondo la teoria, già la selezione evolutiva fissa, negli animali di una data specie, le basi dei sistemi di valore, che si manifestano nelle regioni del cervello preposte alla regolazione delle funzioni corporee: il battito cardiaco, la respirazione, le risposte sessuali e quelle relative all'alimentazione, le funzioni endocrine, le reazioni del sistema autonomo. La categorizzazione si rivela nei comportamenti che soddisfano in maniera adeguata i requisiti (selezionati nel corso dell'evoluzione) dei sistemi fisiologici da cui la vita dipende.⁵¹

Per questa loro specifica caratteristica, i valori costituiscono, secondo Edelman e Tononi, l'indizio più promettente di risposta al problema del collegamento tra organizzazione e strutture interne, e rispondenza alle sfide e alle esigenze poste dall'ambiente esterno. Sulla base di essi può infatti essere stabilito un criterio di adeguatezza delle azioni e dei comportamenti, che può essere definito nei termini seguenti:

Adeguate [è un comportamento acquisito coerente con] configurazioni di valori, selezionate per via evolutiva, che aiutano il cervello e il corpo a mantenere le condizioni necessarie alla vita. Questi sistemi vengono detti *omeostati* ed è l'associazione tra moto e campionamento dei segnali sensoriali, da cui deriva il comportamento, a modificare i livelli omeostatici. A parte quei moduli di comportamento, occasionali e specie-specifici, che sono stati selezionati in maniera diretta dall'evoluzione, la maggior parte delle categorizzazioni che portano a un comportamento che modifica i livelli omeostatici si verifica per selezione *somatica* di gruppi di neuroni.⁵²

Alcuni fra gli elementi neurali e le sinapsi che determinano i vincoli filogenetici sono dunque modificabili, e l'esperienza può, di conseguenza, alterare i valori di riferimento. Comportamenti complessi, come ad esempio il canto degli uccelli, hanno componenti specie-specifiche, e quindi soggette all'influenza genetica, e componenti epigenetiche. Per esempio, in specie come *Melospiza* alcuni aspetti degli schemi motori alla base del canto sono dati sin dalla nascita, come parte del fenotipo, così come alcune variazioni e modifiche degli schemi di vocalizzazione; ma un individuo, per poter cantare nel modo che è caratteristico della sua specie in una data area, ha bisogno di sentire il canto di uccelli adulti della stessa specie. Quindi uccelli che presentino "anomalie", come quelli sordi dalla nascita, non arrivano a sviluppare il canto degli individui adulti caratteristico della specie, poiché sono necessari eventi epigenetici che richiedono l'interazione con conspecifici.

I meccanismi epigenetici sono dunque uno strumento di stabilizzazione e di garanzia di continuità dell'espressione fenotipica del genotipo: è proprio grazie a essi, che risulta possibile tentare di spiegare i processi cognitivi dell'esperienza storica individuale senza cadere negli eccessi del riduzionismo genetico e proponendo una concezione della mente in cui i fattori genetici e quelli esperienziali si fondono in un tutto unico il cui "prodotto" è il risultato di interazioni pressoché uniche, basate sull'uso di diversi tipi di "mattoni". Ma perché questo tentativo possa essere coronato da successo occorre che il sistema vivente sia in grado di percepire e valutare lo stato corrente del rapporto generale fra le categorie prodotte e il loro successo adattativo e disponga della capacità di ricategorizzare continuamente gli "accoppiamenti" fra risposte comportamentali e soddisfazione dei bisogni. Edelman chiama "*presente ricordato*" questa consapevolezza percettuale, che è una forma di *coscienza primaria*, base indispensabile, da una parte, della "relazione di accoppiamento" tra informazione esterna e informazione interna, e dunque di quella che abbiamo chiamato *l'ontologia delle relazioni*, dall'altra, per accedere a un livello *superiore* (o *diretto*) di coscienza, che presuppone il possesso di un modello temporale del "sé" e del mondo, legato a quello del linguaggio simbolico o, almeno, delle capacità concettuali di alcuni primati non umani.

La coscienza d'ordine superiore, secondo Edelman, nasce con l'affacciarsi evolutivo delle capacità semantiche e si sviluppa in virtù dell'acquisizione del linguaggio e del riferimento simbolico. Le facoltà linguistiche richiedono un *nuovo tipo di memoria* perché si possano produrre e udire i suoni articolati che l'evoluzione del tratto sopralaringeo aveva reso possibili. Le aree della parola che mediano la categorizzazione e la memoria per il linguaggio interagiscono con le aree concettuali cerebrali di più antica evoluzione. La funzione loro propria, all'interno di una comunità di parlanti, collega la fonologia con la semantica e guida l'apprendimento attraverso l'interazione con le aree concettuali del cervello. Ciò da origine a una sintassi, quando i medesimi centri concettuali categorizzano gli eventi di ordinamento che si verificano nel corso degli atti verbali. Quando comincia a formarsi una sintassi e si acquisisce un lessico sufficientemente ampio, i centri concettuali del cervello trattano i simboli, i riferimenti a questi ultimi e le immagini mentali che essi evocano come se fossero parte di un mondo "indipendente", da sottoporre a ulteriori categorizzazioni. L'interazione tra i centri del linguaggio e i centri concettuali rende possibile un'esplosione di concetti e un'autentica rivoluzione ontologica, la costituzione di un mondo vero e proprio, che appare come qualcosa a sé stante, e non un semplice ambiente.

In questo modo emergono i concetti del sé, di un passato e di un futuro. Il risultato è il costituirsi e l'affermarsi progressivo di un *modello del mondo* che va ben al di là dell'idea di una nicchia ecologica, e che si salda con modelli del passato, del presente e del futuro. Nello stesso momento in cui la coscienza di ordine superiore ci libera dalla tirannia del presente ricordato, tuttavia, secondo Edelman, la coscienza primaria continua a essere presente e a interagire con i meccanismi della coscienza di ordine superiore. Di fatto, la coscienza primaria costituisce una potente forza-guida per quest'ultima. L'uomo vive contemporaneamente su diversi livelli, quello immediato e diretto del presente ricordato, e quello basato sulla costruzione *a posteriori* non solo di un *modello del mondo*, ma anche, come si è visto, di un *modello del tempo* più sofisticato e articolato dell'immediatezza del presente ricordato.

In questo complesso quadro generale, delineato dalla "teoria della selezione dei gruppi neuronali", la memoria assume la funzio-

ne di elemento chiave della coscienza, la quale è legata al senso di continuità e a scale temporali diverse. Nella categorizzazione percettiva c'è un fattore temporale ben preciso e un altro più esteso, che partecipa alla costituzione di una memoria fondata sui concetti. Negli esseri umani, pertanto, coesistono la coscienza primaria e quella di ordine superiore, *che non hanno la medesima relazione con il tempo*. La prima si basa sull'esperienza in atto, la seconda trae invece alimento dalla capacità di costruire modelli del passato e del futuro. Sia nell'una che nell'altra il flusso della categorizzazione è comunque individuale e *irreversibile* e sviluppandosi in una direzione è orientato. Una ragione profonda di questa irreversibilità dell'esperienza soggettiva del tempo risiede, secondo Edelman, nella natura stessa dei sistemi selettivi nei quali, come si è visto, le configurazioni emergono *a posteriori*, in virtù di un processo di ricostruzione. Dato che i repertori cerebrali variano da individuo a individuo, è estremamente improbabile che le conseguenze di due diversi eventi selettivi, seppure identici in apparenza, siano uguali. *Ciascun individuo è soggetto a un insieme stratificato di eventi irreversibili di tipo selettivo, relativi alla sua percezione e alla sua memoria*. È la natura stessa dei sistemi selettivi a renderli, a giudizio di Edelman, irreversibili.

Il secondo dei due livelli nei quali si articola il nostro "senso del tempo", quello superiore, viene ulteriormente analizzato e approfondito da Massimo Pauri, che lo considera, al pari della coscienza e della libertà, alle quali, a suo giudizio, esso è indissolubilmente legato, l'espressione di un grado di *realtà originaria* svelata dagli organismi viventi. «Questi ultimi, veri "rivelatori del tempo", generano *catene causali emergenti* di natura affatto generale che non possono essere rappresentate entro la modalità temporale relazionale tipica della descrizione fisica del mondo. [...] L'esistenza di catene causali emergenti è ovviamente incompatibile con la descrizione non transiente dell'evoluzione temporale tipica del mondo fisico».⁵³

Il senso di quest'affermazione, e dello stretto nesso istituito tra questa concezione del tempo e difesa della realtà della libertà, può essere chiarito attraverso la seguente schematizzazione, che riassume i diversi passi intermedi necessari a sostenere l'argomentazione:

- a) possiamo parlare di libertà dell'uomo solo se ammettiamo apertamente, senza infingimenti e compromessi di sorta, che egli abbia la possibilità di "cambiare il futuro", intervenendo nelle catene causali, in modo che si realizzino eventi che altrimenti non sarebbero accaduti;
- b) se non ammettiamo un'ontologia di *potenzialità* e di *alternative reali* tutte le formulazioni logiche del problema del libero arbitrio sono irrimediabilmente destinate a rivelarsi del tutto inadeguate a rappresentarlo in modo coerente;
- c) la descrizione del mondo proposta dalle teorie fisiche esclude costitutivamente ogni possibile lacuna nella sequenza dei nessi causa-effetto ed è dunque "causalmente chiusa";
- d) questa chiusura causale, proprio perché non consente "strappi" nella rete dei nessi causali tra eventi e processi fisici, risulta incompatibile con l'idea che un soggetto agente possa interferire con il sistema fisico in esame e mutarne il corso;
- e) possiamo parlare di "scelta" di un soggetto agente solo se sottraiamo la sua decisione all'interno del sistema su cui intende agire a condizioni causali vincolanti, deterministiche e prevedibili, e ammettiamo, di conseguenza, che la sua decisione e il risultato della sua azione non possano essere prevedibili e garantiti sulla base di una catena causale determinata;
- f) per le ragioni suddette l'istante della scelta deve risultare svincolato dalla fredda e implacabile consequenzialità di un "prima" che genera un "poi", che, a sua volta produce un "poi successivo", e via di seguito, e porsi a tutti gli effetti come punto iniziale di una nuova catena causale;
- g) questo istante, rispetto a questa nuova "catena", deve quindi costituire il presente dell'*atto immediatamente vissuto* (l'atto della scelta, appunto), in cui, ai fini dell'efficacia del comportamento e della scelta, e della stessa possibilità di quest'ultima, debbono essere compresenti più elementi di una successione, la "ritenzione" dell'immediatamente trascorso e la "protensione" verso le impressioni a venire, per usare un linguaggio husserliano;
- h) questo *presente-presente*, così chiamato per distinguerlo dal *presente ricordato* in quanto vissuto ad un generico tempo t , non può quindi essere "puntuale", perché in tal caso avremmo coscienza

di un solo elemento alla volta. Esso è pertanto l'elemento costitutivo di una percezione del tempo in cui le successioni sono strutture, e non collane di eventi singoli, e il tempo stesso si presenta come flusso, come divenire, come passaggio da eventi già accaduti, che sono di conseguenza ontologicamente determinati (il passato), a eventi ontologicamente indeterminati (il futuro), mediato da una "soglia di transienza" (il presente-presente) e dalla sua capacità di "condensare" in sé e fondere l'immediatamente trascorso e le impressioni imminenti.

Questo schema evidenzia che il problema "mente-corpo" risulta insolubile se non lo si pone al di fuori della rigida alternativa del "determinismo" e dell'"indeterminismo" e non si ammette che l'insieme di eventi e processi in cui è inserita una nostra scelta non è ontologicamente chiuso "prima" di quest'ultima. Pauri così riassume la sua posizione in ordine a questo problema:

La descrizione fisica di un sistema che include soggetti coscienti è *impossibile in linea di principio*, nonostante il fatto che, *giudicato a posteriori*, l'effetto fisico di ogni libera scelta di azione nel mondo debba necessariamente essere compatibile con la stretta rete causale propria della descrizione fisica. Infatti è vero, come osserva Carnap, che la stessa possibilità di una libera scelta e di una libera azione è subordinata ad un elevato grado di *macro-determinismo locale*. Poiché una scelta implica una preferenza determinata per un corso di azione definito rispetto ad ogni altro, il significato di qualunque scelta sarebbe compromesso dalla impossibilità di prevedere le conseguenze di azioni alternative. Perciò la capacità di previsione è garantita solo se il risultato della scelta si inserisce in una *catena causale* "quasi-deterministica". Tuttavia le cose non sono così semplici per quanto riguarda il ruolo della causalità *prima* della scelta del soggetto agente. Invero, nel caso in cui il sistema su cui si intende agire contenga un soggetto cosciente, la situazione sarebbe differente. In tal caso, infatti, il risultato dell'azione non sarebbe, ovviamente, prevedibile e garantito sulla base di una catena causale determinata, a meno che non si supponga, dando per scontato quello che si vorrebbe dimostrare, che il soggetto cosciente sia soggetto a condizioni causali vincolanti, deterministiche e prevedibili.⁵⁴

L'alternativa a questa concezione, sempre secondo Pauri, consiste nel considerare il tempo una realtà unica e monolitica, assimilabile a quello di cui parlano i fisici, una realtà "statica", fatta di relazioni, in cui non sussistono effettive proprietà transitorie del mondo e al divenire non può essere attribuito alcun significato oggettivo. Ne consegue che esso dovrebbe venir considerato una mera *illusione antropocentrica*, cioè una costituzionale ma fallace interpretazione della realtà da parte dei soggetti coscienti, un qualcosa che "dipende dalla mente", in quanto non giustificabile in alcun modo a partire da una descrizione temporale puramente relazionale. In questa concezione alternativa però, a giudizio, di Pauri la libertà dell'uomo non può, per le ragioni ampiamente esposte, trovare posto.

Per difendere una prospettiva, in cui possa rientrare la libera scelta dell'azione (che "crea il futuro"), occorre dunque «rigettare la nozione di un mondo fisico come *totalità autoconsistente*» e «considerare la nozione di una *causalità generale* del mondo che non possa essere ridotta alla stretta causalità nomologica espressa dalla fisica».55

La "mossa teorica" di Pauri mira chiaramente a rinchiudere in una morsa dalla quale non è facile uscire quanti sostengono l'impossibilità di attribuire poteri causali (o almeno qualche rilevanza causale) alle proprietà mentali entro il mondo fisico, motivandola con la chiusura causale di quest'ultimo (in virtù della quale ogni effetto fisico deve avere cause fisiche) e con l'irriducibilità di quelle stesse proprietà a caratteristiche fisiche, che le rende esterne ed estranee al dominio di queste ultime. La mente viene, in questo modo, eliminata o ridotta al livello dei processi encefalici, in quanto la sua presenza è considerata sostanzialmente inutile, al più una duplicazione di uno schema esplicativo già perfettamente esauriente e funzionale.

A questo modo di impostare il problema Pauri contrappone la considerazione che questa eliminazione e (o) riduzione fanno (fa) scomparire anche l'esperienza della *transienza* e del *tempo psicologico*, con tutte le sue caratteristiche irriducibili a quelle del tempo fisico: e ciò pone l'esigenza di declassare questa esperienza al rango di semplice illusione. L'operazione non è però indolore, dato che quella in questione non può comunque venire presentata come una "comune illusione", trattandosi di "un *unicum*", di una «singolare "illu-

sione universale”, generale e *costantemente* in atto»,⁵⁶ di un'esperienza che «non è *sensibile* come quella percettiva o delle sensazioni, ma che è invece del tutto peculiare, nel senso che la verifica dell'affermazione di “presenza” di una situazione – diversamente, per esempio, dalla dichiarazione soggettiva di un dolore – è di natura pubblica e fondata su una *condivisione di esperienza* con tutti i soggetti “presenti” in comunicazione diretta». ⁵⁷

Dichiarare un'esperienza così pregnante e coinvolgente, come quella del tempo psicologico, con gli aspetti e le caratteristiche che sono state evidenziate, “dipendente dalla mente” significa conferire a quest'ultima un potere e una forza enormi, quelli di creare dal nulla un'esperienza così intensa e generalizzata, e ciò sembrerebbe avallare l'idea di una presenza attiva e determinante della mente e di una sua incidenza causale, piuttosto che giustificarne l'esclusione in seguito a una presunta inerzia causale. Una simile argomentazione viene adombrata dallo stesso Pauri quando rileva che «non è affatto chiaro come un'ontologia (in particolare un'ontologia fisicalistica) che nega la realtà metafisica della esperienza fenomenologica immediata, possessa poi la capacità di giustificare un'*apparenza universale di transienza, in quanto apparenza*». ⁵⁸ Delle due l'una, dunque: o alla transienza temporale viene attribuita una realtà imprescindibile, irrinunciabile al pari della modalità non-transiente della descrizione fisica del mondo; o essa viene considerata un puro “prodotto della mente”. Nel primo caso ci troviamo di fronte a due modalità descrittive ed esplicative ugualmente irrinunciabili e reciprocamente irriducibili, e ciò costituisce un argomento formidabile e insormontabile contro ogni riduzione fisicalistica della soggettività e della mente. Ma anche nel secondo caso dobbiamo fare i conti con un “prodotto della mente” così radicato e diffuso, e di una forza tale da essere considerato da ciascuno di noi non soltanto come il contenitore degli eventi di cui abbiamo esperienza ma addirittura un aspetto costitutivo dell'io. E se questa è una semplice illusione, bisogna pur ammettere che l'artefice che la produce dal nulla mostra di avere un potere e un'efficacia così sorprendenti da rendere perlomeno non agevole la sua collocazione nel novero delle pure apparenze. A giudizio di Pauri spetta a chi ritiene che i processi mentali siano nulla più che parvenza l'onere di spiegare come essi

possano riuscire a generare un'illusione di natura pubblica e fondata su una condivisione di esperienza così generalizzata, come quella del divenire e della transienza.

4. Ciclicità, retroazione ed emergere dell'autoconsapevolezza

Come si è visto, rispetto al “presente ricordato” quello che Pauri chiama il “presente-presente” si caratterizza per il suo carattere di “soglia”, cioè di zona di confine e di interfaccia tra eventi già accaduti, che sono di conseguenza ontologicamente determinati (il passato), ed eventi ontologicamente indeterminati (il futuro) e per la sua conseguente capacità di “condensare” in sé e fondere l'immediatamente trascorso e le impressioni imminenti. Si tratta, dunque, di un presente che si distribuisce dall'uno e dall'altro “lato” dell'istante puntuale che ne costituisce il centro, e che quindi risulta scomposto in due parti definite e caratterizzate proprio dal non essere “presenti”, la prima fatta da ciò che è appena stato e si allontana, la seconda di uno “slancio” proteso verso il futuro. Come scrive James, con un'immagine divenuta poi celebre, «il presente di cui abbiamo cognizione in pratica non è un filo di coltello, ma un tetto a due spioventi, dotato di una certa sua propria ampiezza, su cui sediamo appollaiati e da cui guardiamo nel tempo in due direzioni». Egli accettò anche i calcoli della sua lunghezza compiuti nei primi anni Ottanta dal laboratorio di Wilhelm Wundt, e giunse alla conclusione che il presente ha una «frangia che vagamente svanisce all'indietro e in avanti; ma nel suo nucleo c'è probabilmente la dozzina o meno di secondi che sono appena trascorsi».59

A risultati non dissimili pervengono una valutazione e un'immagine più recenti, proposti da Boncinelli, secondo il quale,

la coscienza corrisponde a una serializzazione forzata di molti eventi mentali, per loro natura paralleli. In tale processo una collezione più o meno estesa di neurostati si trasforma in uno psicostato. Tali processi potrebbero già essere compresi come risultato di un fenomeno di sincronizzazione dell'attività nervosa dei vari neuroni presenti in un certo numero di aree cerebrali diverse. Secondo questa ipotesi l'affiorare alla coscienza di una serie di eventi mentali

corrisponderebbe al passaggio di un certo numero di gruppi di neuroni da uno stato di oscillazione disordinato e asincrono a uno più ordinato e sincro- no [...]. Una volta che un complesso di processi paralleli è confluito in uno stato di coscienza non può più venire ricostruito nei dettagli: non si può cioè risalire da uno psicostato ai neurostati che lo hanno determinato. Strettamente connessa con questo processo è la sensazione del trascorrere del tempo interiore [...]. Si può assimilare ogni atto di coscienza a una specie di clessidra. Un complesso di eventi nervosi paralleli viene costretto per un breve istante a serializzarsi, per dar luogo a una presa di coscienza e all'eventuale progettazione di un'azione, ma subito dopo riguadagna il suo andamento parallelo necessario per il compimento dell'azione stessa, che richiede l'attivazione concertata di un certo numero di muscoli, che dev'essere a sua volta controllata in tempo reale attraverso un continuo flusso di percezioni che servono a monitorarne l'esecuzione. Il momento della coscienza corrisponderebbe quindi alla strozzatura della clessidra. Prima tutto è parallelo. Dopo, tutto ritorna parallelo. La contemplazione cosciente corrisponde al breve istante della serialità.⁶⁰

Quanto dura questo istante? Secondo i casi, ha una durata compresa tra i duecentocinquanta-trecento millisecondi e una ventina di secondi, con una media di due-cinque secondi. Un gran numero di esperimenti indicano che duecentocinquanta-trecento millisecondi sono necessari perché un qualsiasi stimolo, interno o esterno, giunga alla coscienza e possa venire "interpretato". Un episodio di coscienza non può quindi durare di meno. Ma non può nemmeno durare più di quanto possa essere sopportato dalla nostra memoria di lavoro, la cui estensione varia un po' da persona a persona, ma non supera appunto la ventina di secondi. Questo è il tempo massimo durante il quale possono persistere nella nostra mente sensazioni, pensieri e ricordi che vi si sono affacciati.

È importante approfondire la ragione per cui il *presente-presente* non può essere puntuale, risultato del presentarsi alla coscienza, in successione, di un solo elemento alla volta, sotto forma di una collana di singoli eventi, ma debba avere invece una natura composita e strutturata, che orienta piuttosto verso una concezione ciclica del tempo. Nell'ambito di quest'ultima, l'istante presente appare, rispetto all'idea di un tempo lineare, come una sorta di "fuori-tempo" che

può essere posto in rapporto immediato non solo con gli istanti che lo precedono e lo seguono immediatamente, ma altresì (se ha un qualche fondamento e valore l'idea di memoria di Edelman come processo dinamico di ricategorizzazione continua delle risposte agli stimoli) con qualunque istante di tempo, che può venir richiamato in seguito a un collegamento istituito con il presente, il quale finisce così per riassumere e condensare in sé tutto il corso del tempo e apparire *colmo d'infinito*.

Questa *natura densa* del presente è stata colta e impareggiabilmente espressa, come ben noto, da Marcel Proust. La sua *Recherche*, più che il romanzo della memoria, appare infatti come il libro dell'oblio impossibile, in cui si ritrovano di continuo nomi, versi, motivi solo apparentemente dimenticati e che riaffiorano, saldandosi con il presente che li richiama. Quando un rumore e un odore già ascoltato e respirato prima, lo sono di nuovo *a un tempo nel presente e nel passato, veri senza essere attuali, ideali senza essere astratti*, ecco che viene liberata l'essenza permanente e solitamente nascosta delle cose, e il nostro vero io, che talvolta da lungo tempo sembrava morto ma non lo era del tutto, si sveglia e si anima ricevendo il «nutrimento celeste che gli viene apportato». Secondo lo stesso procedimento si recuperano, *ex post*, anche emozioni di cui si scopre la portata anche molto dopo che i fatti cui esse sono legate sono in realtà avvenuti, come nella scena degli stivali in cui il narratore scopre, a un anno di distanza, che cosa la morte della nonna abbia rappresentato per lui. Non a caso, in *Du côté de chez Swann*, troviamo l'immagine più fulminante ed efficace di questa coesistenza di finito e infinito nel tempo: «Un homme qui dort tient en cercle autour de lui le fil des heures, l'ordre des années et des mondes». L'io proustiano, al di là della sua molteplicità letteraria, è anche un io psicologico multiplo, per il quale coesistono plurimi io coscienti, incessantemente alterati dallo scorrere del tempo, e un "io vero", quello inossidabile, "eterno", dice Proust, recuperato dalla memoria.

La compresenza di linearità orientata e di irreversibilità scaturisce già dai processi di osservazione e di misurazione del tempo. È infatti evidente che se l'osservazione dell'alternarsi del giorno e della notte o dell'avvicinarsi delle stagioni fa emergere in primo piano l'idea di ciclicità, quella degli esseri viventi orienta invece verso quella di se-

quenzialità e di linearità orientata, e quindi di irreversibilità. La stessa situazione si riscontra nei processi di misurazione: ogni orologio, infatti, «si presenta come la combinazione di un generatore ciclico di intervalli di tempo regolari – che possiamo chiamare un oscillatore – e un meccanismo capace di tenere il computo degli intervalli di tempo trascorsi, che possiamo chiamare un contatore. L'oscillatore è l'anima di ogni orologio perché ne assicura l'accuratezza e la stabilità». ⁶¹ In effetti, la nozione di circolarità coincide, in un orizzonte diacronico, con quella di iterazione e di periodicità, ed è un fatto, come appunto ci ricorda Boncinelli, che i sistemi naturali o artificiali in grado di recepire l'esistenza fenomenica del tempo possiedono meccanismi circolari, poiché le funzioni fondamentali di misura del tempo sono quella di scansione (generazione di un comportamento ritmico, come il *clock* nei computer) e quella di permanenza (ossia memoria o conservazione di uno stato), che sono definibili in termini di retroazioni negative. La misura del tempo è sempre avvenuta tramite processi periodici: il passaggio di una certa quantità di sabbia o di acqua attraverso una strozzatura calibrata, l'oscillazione del pendolo (la cui equazione del moto è circolare), il moto rotatorio del meccanismo dell'orologio (anche quelli al quarzo si basano sulla periodicità delle oscillazioni del campo elettromagnetico prodotto da un quarzo risonante) o del ciclo degli astri, il periodo di una determinata radiazione atomica. Anche il tempo chimico interno di un essere vivente, come sottolinea Ilya Prigogine, si basa sulla circolarità di reazioni chimiche. ⁶²

La circolarità appare quindi una via d'accesso ineludibile per stabilire la natura del tempo, così come quest'ultimo è il contesto all'interno del quale può darsi (e comprendersi come tale) la circolarità. Per questo il rapporto che il tempo ha con la circolarità sembra essere privilegiato e in qualche misura "fondante" rispetto alla sua relazione con la sequenzialità e la linearità.

Già in uno scritto precedente ⁶³ richiamavo quanto affermato in proposito da Bateson, il quale nel libro *Mente e natura*, ⁶⁴ nella sezione intitolata "Ogni scolarotto sa che...", nel XIII elemento delle nozioni basilari individuate ("La logica è un cattivo modello della causalità") propone un semplice ma efficace esempio che gli consente di illustrare che cosa succede quando, dalle sequenze lineari, si passa a considerare processi circolari:

In un calcolatore che lavora per causa ed effetto e dove un transistor ne eccita un altro, le sequenze causali vengono utilizzate per simulare la logica. Trent'anni fa ci si chiedeva: può un calcolatore simulare tutti i processi logici? La risposta era sì, ma la domanda era sbagliata. Avremmo dovuto chiedere invece: può la logica simulare tutte le sequenze causali? E la risposta sarebbe stata no.⁶⁵

Secondo Bateson, quando le sequenze causali si fanno circolari la loro proiezione sulla sequenza logica, che è atemporale, diventa contraddittoria. Per spiegare questo fatto l'autore si vale della descrizione della sequenza causale che attiva il circuito di un comune campanello (Figura 1).

Il campanello elettrico, com'è noto, è un dispositivo elettromeccanico il cui funzionamento si basa sul fenomeno dell'induzione elettromagnetica. Il circuito è costituito da un elettromagnete collegato in serie a una pila da 1,5 V e a un'ancora oscillante che apre e chiude il circuito.

Quando viene chiuso il circuito *A* del campanello si attiva un magnete tramite l'induttanza *L*; tale magnete attira l'armatura in modo da scollegarla dal circuito, ma allorché il collegamento viene interrotto il magnete non è più alimentato e lascia andare l'armatura, che richiude il contatto, riattivando il magnete che la riattira a sé, in un circuito continuo:

Descriviamo questo ciclo nei termini di una sequenza causale:

Se si stabilisce il contatto in *A*, allora il magnete viene attivato.

Se il magnete viene attivato, allora il contatto in *A* viene interrotto.

Se il contatto in *A* viene interrotto, allora il magnete viene disattivato.

Se il magnete viene disattivato, allora si stabilisce il contatto.

Questa successione è del tutto soddisfacente purché si intenda che i nessi *se...allora* sono *causali*. Trasferiti nel mondo della logica, i *se* e *gli allora* creerebbero il caos:

Se il contatto viene stabilito, allora il contatto viene interrotto;

Se *P*, allora *non-P*.

Il *se...allora* della causalità contiene il *tempo*, mentre il *se...allora* della logica è atemporale: ne segue che la logica è un modello incompleto della causalità [...].

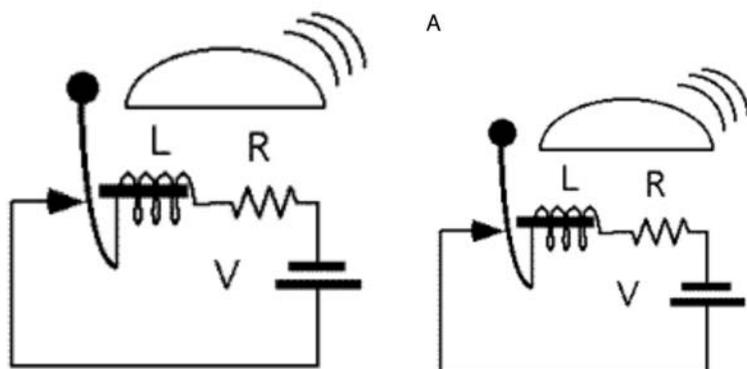


Figura 1

Quando le sequenze di causa ed effetto diventano circolari, la proiezione (*mapping*) di queste sequenze su una logica atemporale (*timeless*) diventa contraddittoria o paradossale.⁶⁶

Bateson parte quindi dalla constatazione che il *se... allora* della causalità contiene il *tempo*, mentre il “*se... allora*” della logica è *atemporale*: proprio per questo, a suo giudizio, la logica è un modello incompleto della causalità. I sistemi circolari, pertanto, presuppongono la dimensione temporale, come si evince dal fatto che l'assenza di quest'ultima, nel loro caso, diventa inaccettabile e dà luogo a paradossi. E d'altro canto, come abbiamo in precedenza rilevato, l'osservazione e la misurazione del tempo presuppongono la circolarità, per cui quest'ultima sembra essere un elemento essenziale nella definizione, almeno operativa, del tempo.

Questo nesso tra circolarità e tempo viene ulteriormente approfondito dallo stesso Bateson nel capitolo di *Mente e natura* sui «criteri del processo mentale»,⁶⁷ ove egli analizza la soluzione, fornita da James Clerk Maxwell, agli ingegneri che non riuscivano a progettare macchine a vapore con regolatori. La difficoltà nasceva dal fatto che per progettare una macchina capace di raggiungere e mantenere uno stato stazionario (tale cioè da conservare un valore medio nonostante le variazioni) occorre pensare e progettare il

sistema come un tutto, e non cercare una risposta in termini di relazioni fra le singole variabili. Maxwell comprese che «ogni sistema dato incorpora certe relazioni col tempo, ossia è caratterizzato da costanti di tempo determinate dalla data *totalità*. Queste costanti non sono determinate dalle equazioni delle relazioni fra le parti successive, ma sono proprietà *emergenti* del sistema». Per questo egli, dopo aver scritto le equazioni formali delle relazioni tra le variabili a ogni momento successivo del circuito e aver cercato invano la soluzione del problema nella combinazione di questo sistema di equazioni, cambiò drasticamente approccio, fornendo «una risposta nei termini delle costanti di tempo dell'intero circuito».68 In questo modo impresse all'oggetto del suo discorso «una sottile modificazione che [...] chiameremo un cambiamento di *tipo logico*. È la differenza tra l'uso di un linguaggio quale potrebbe essere quello di un fisico per descrivere come una variabile agisce su un'altra variabile, e l'uso di un altro linguaggio per parlare di un circuito come un tutto che riduce o aumenta la differenza»,69 che è cioè caratterizzato, rispettivamente, da *feedback negativi*, che tendono a stabilizzarlo e a mantenerlo in uno *stato di equilibrio* nonostante l'intensità delle variazioni; o da *feedback positivi*, che, al contrario, portano ad amplificazioni di tendenze in origine minoritarie e a “transizioni di fase” che interessano l'intero sistema, per cui in questo caso una piccola variazione innesca l'instabilità sistemica, che progressivamente si amplifica. Quando dunque diciamo che il sistema manifesta uno “stato stazionario” parliamo di esso come un tutto, e non delle variazioni al suo interno.

Maxwell si trova così di fronte a un problema che non ha soluzione se lo si imposta nei termini delle equazioni formali delle relazioni tra le variabili a ogni momento successivo del circuito, riferendosi quindi a una concezione lineare del tempo: il suo “colpo di genio” rispetto agli ingegneri che avevano invano cercato di venirne a capo, sta proprio nell'aver compreso l'esigenza di passare dal linguaggio della sequenzialità a quello della circolarità che, rispetto al primo, consente di vedere il sistema e il processo con il quale si ha a che fare come una totalità.

Questo “sottile cambiamento di linguaggio” è importante perché da esso comincia a emergere l'*autonomia* – dal greco *autoV* (sé)

e nomoV (legge) – come capacità di *controllo di sé* che scaturisce dalla struttura ricorsiva del sistema e dalla presenza di meccanismi di retroazione.

Si può discutere se una macchina semplice con regolatore possa o no controllarsi o essere controllata da se stessa, ma immaginiamo di aggiungere a questo semplice circuito altri anelli d'informazione e di azione. Quale sarà il contenuto del materiale di segnalazione che si propagherà lungo questi anelli? La risposta, naturalmente, è che lungo tali anelli si propagheranno messaggi *intorno* al comportamento dell'intero sistema. In un certo senso, il semplice circuito originale conteneva già queste informazioni (“va troppo forte”, “va troppo piano”), ma il livello successivo porterà un'informazione del tipo “la correzione di ‘va troppo forte’ non è abbastanza rapida”, o “la correzione di ‘va troppo forte’ è eccessiva”. Cioè, i messaggi diventano messaggi intorno al livello immediatamente inferiore. Di qui all'autonomia il passo è molto breve.⁷⁰

Ciò significa, come aveva intuito e scritto già nel 1962 William Ross Ashby,⁷¹ che anche se non sappiamo con precisione che cosa sia l'autonomia e, procedendo di livello, la consapevolezza e, ancora più su, l'autoconsapevolezza e ciò che chiamiamo “coscienza”, cominciamo tuttavia a capire che si tratta, in ogni caso, di aspetti che hanno a che fare con il comportamento di un sistema circolare, specie se con retroazione negativa, in quanto un'analisi approfondita di un sistema di questo tipo evidenzia che qualcosa – nel sistema o, che è lo stesso, nella sua auto-descrizione – evolve con l'atto stesso del descriverlo.

In virtù di questo passaggio dal “linguaggio dei fisici” a quello del “sistema come un tutto” si fa, non a caso, un passo decisivo in direzione del linguaggio delle macchine naturali, le quali, come scrive Edoardo Boncinelli,

non sono state costruite pezzo per pezzo, né tanto meno combinate successivamente fra di loro a formare organi e organismi. Ce le troviamo come già date, montate e combinate in un organismo complesso e per definizione indivisibile. Anche nel suo farsi durante lo sviluppo embrionale, *l'organismo procede come un tutto unico* con le diverse strutture che maturano di conserva,

più o meno allo stesso tempo, una di qua una di là. Questo perché il *piano di lavoro*, portato dal menoma di ciascun organismo, non contiene capitoli separati per i suoi diversi meccanismi biologici, ma *fornisce informazioni globali per la costruzione e il funzionamento dell'organismo stesso*, nel quale solo il nostro occhio distingue parti separate e meccanismi specifici.⁷²

Sulla base delle considerazioni fatte e del discorso sviluppato viene naturale chiedersi quale parte abbia il “senso del presente” come *ciclicità* e come *densità*, risultato della fusione e della compresenza in esso delle tre dimensioni del tempo, nella costruzione di questo “piano di lavoro”, fondamentale per il funzionamento delle “macchine naturali”. La risposta è che, come ci ricorda Felix Klein, aveva probabilmente cominciato a veder giusto San Tommaso quando, basandosi su una concezione ciclica del tempo, aveva istituito un significativo parallelismo tra quest'ultimo e il circolo: «L'eternità è sempre presente in qualunque istante o memento del tempo. Un esempio lo ritroviamo nel circolo: un punto dato della circonferenza, anche se indivisibile, tuttavia non coesiste con tutti gli altri punti, poiché l'ordine di successione è ciò che forma la circonferenza, ma il centro, che si trova al di fuori della circonferenza, è anche in rapporto immediato con qualunque punto di quest'ultima, L'eternità assomiglia al centro del circolo: sebbene semplice e indivisibile, essa riassume in sé tutto il corso del tempo e ogni parte di quest'ultimo è presente in essa in modo identico».⁷³ Commenta Klein: «L'eternità sarebbe dunque simile a un perno attorno al quale il tempo gira».⁷⁴

5. Conclusione

Se è corretta, come io ritengo, l'idea che la nostra ontologia sia basata sulle relazioni, e non sulle proprietà “indipendenti” delle cose considerate come entità a sé stanti, e che sia dunque necessario cominciare a svincolarsi da un'impostazione guidata dalla rigida distinzione non solo di soggetto e oggetto, ma anche dalla dicotomia e dall'altrettanto rigida contrapposizione tra sé e l'altro, occorre sforzarsi di identificare il nucleo di questa ontologia, la base della costruzione continua della “complessità di accoppiamento” tra i processi cere-

brali e mentali interni e gli stimoli esterni, per un verso, e tra ogni singolo soggetto individuale e il suo prossimo, per un altro verso. Per le sue caratteristiche di spazio di confine, di un “tra” che separa e nello stesso tempo unisce le altre dimensioni del tempo e le mette in relazione reciproca, sembra ragionevole identificare nel *presente* e nell’attitudine, di cui esso è espressione, a tagliare così trasversalmente la dicotomia tra passato e futuro, tra memoria e progetto, ma anche tra soggettivo e oggettivo, questo nucleo originario delle qualità relazionali e del corrispondente tessuto.

Ecco perché è di fondamentale importanza, per ogni persona, impegnarsi a vivere nel suo presente, e prendersene cura, senza cedere alla tentazione di capitolare a fronte delle forme del passato, con un’unilaterale e acritica esaltazione della tradizione e della memoria, o di lasciarsi ammalare dalle lusinghe del futuro, con un’altrettanto pericolosa caduta in un’utopia astratta. È un’esigenza fondamentale per gli uomini riuscire a mantenere il passo del tempo in cui vivono, adeguando le proprie forme di vita e i propri stili di pensiero alle necessità e alle esigenze in rapida trasformazione, studiando il passato in modo da conoscerlo, rispettarlo e trarne i dovuti insegnamenti, e guardando al futuro per acquisire la capacità proattiva di “gettarsi avanti” quel tanto che serve per progettare, ma senza servile devozione nei loro confronti.

Note

- 1 G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina, Milano 2006, p. 22.
- 2 Ivi, p. 124.
- 3 A. Berthoz, *Le sens du mouvement*, Odile Jacobe, Paris 1997, p. 90; tr. it. Graw-Hill, Milano 1998, p. 177 (il corsivo è mio).
- 4 A. Berthoz, *Il senso del movimento*, cit., p. 253.
- 5 G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai*, cit., pp. 79-80.
- 6 V. Gallese, L. Fogassi, L. Fadiga, G. Rizzolatti, *Action recognition in the premotor cortex*, “Brain”, 119, 1996, pp. 593-609; G. Rizzolatti, L. Fadiga, V. Gallese, L. Fogassi, *Premotor cortex and the recognition of motor actions*, “Cognitive Brain Research”, 111, 1996, pp. 131-141.

- 7 V. Gallese, *The acting subject: towards the neural basis of social cognition*, in T. Metzinger (a cura di), *Neural Correlates of Consciousness: Empirical and Conceptual Questions*, MIT Press, Cambridge (MA) 2000, pp. 325-333; G. Rizzolatti, L. Fogassi, V. Gallese, *Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action*, "Nature Reviews. Neuroscience", 2, 2001, pp. 661-670; V. Gallese, L. Fogassi, L. Fadiga, G. Rizzolatti, *Action Representation and the inferior parietal lobule*, in W. Prinz, B. Hommel (a cura di), *Attention and Performance*, XIX, Oxford University Press, Oxford 2002, pp. 247-266.
- 8 G. Bateson, *Forma, struttura e differenza*, in Id., *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1976, pp. 479-480.
- 9 G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai*, cit., p. 80.
- 10 Per una critica al cognitivismo si veda il mio *Il sogno di Dostoevskij*, Raffaello Cortina, Milano 2002, in particolare il cap. 5, pp. 93-105.
- 11 V. Gallese, *Neuroscienza delle relazioni sociali*, in F. Ferretti (a cura di), *La mente e gli altri. Prospettive teoriche sull'autismo*, Editori Riuniti, Roma 2003, p. 39.
- 12 Ivi, pp. 34-35.
- 13 Ivi, pp. 40-41.
- 14 Ivi, p. 42.
- 15 G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai*, cit., p. 127.
- 16 Ivi, pp. 173-174.
- 17 Ivi, pp. 180-181.
- 18 Ivi, pp. 180-183.
- 19 Ivi, p. 65.
- 20 Ivi, p. 69.
- 21 Ivi, p. 71.
- 22 A. Iriki, M. Tanaka, Y. Iwamura, *Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones*, "Neuroreport", pp. 2325-2330.
- 23 G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai*, cit., pp. 74 e 76.
- 24 J. Ratzinger, *Introduzione al cristianesimo*, Queriniana, Brescia, 1969, pp. 140-141. Ho tratto questa citazione da: L. Zak, *Verità come ethos. La teodicea trinitaria di P.A. Florenskij*, prefazione di B. Petrà, Città Nuova, Roma 1998, p. 479.
- 25 Einstein-Born, *Scienza e vita. Lettere 1916-1955*, Einaudi, Torino 1973, p. 201.
- 26 D. Howard, *Einstein fu davvero un realista*, in A. Pagnini (a cura di), *Realismo/Antirealismo*, La Nuova Italia, Firenze 1995, pp. 136-137.

- 27 V. Pouthas, *Où sont les zones du temps dans le cerveau?*, "La Recherche", 5, 2001, fuori serie.
- 28 E. Klein, *Le strategie di Crono*, Meltemi, Roma 2005, p. 125.
- 29 E. Boncinelli, *L'anima della tecnica*, Rizzoli, Milano 2006, p. 112.
- 30 *Ibidem*, pp. 115-116 (il corsivo è mio).
- 31 G.B. Vicario, *La dislocazione temporale*, "Nuova Civiltà delle macchine", 2, 1999, p. 26. Un'ampia e approfondita analisi del problema è fornita dallo stesso autore in *Time in physics and psychological time*, "Teorie e modelli", 3, 1998, pp. 59-87.
- 32 Ivi, p. 27.
- 33 *Ibidem*.
- 34 G. Edelman, G. Tononi, *Un universo di coscienza*, Einaudi, Torino 2000, p. 142.
- 35 Ivi, p. 146.
- 36 Ivi, pp. 158-159.
- 37 G. Edelman, *Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of the Mind*, Basic Books, New York 1992; tr. it. *Sulla materia della mente*, Adelphi, Milano 1993, pp. 136-137.
- 38 Ivi, pp. 141-143.
- 39 G. Edelman, G. Tononi, *Un universo di coscienza*, cit., p. 115.
- 40 Ivi, pp. 103-104.
- 41 G. Edelman, *Il presente ricordato*, Rizzoli, Milano 1991, pp. 138-138.
- 42 *Ibidem*.
- 43 G. Edelman, G. Tononi, *Un universo di coscienza*, cit., p. 171.
- 44 Ivi, pp. 171-172.
- 45 Ivi, p. 163.
- 46 *Ibidem*.
- 47 Ivi, p. 106-108.
- 48 J.J. Gibson, *The Ecological Approach to Visual Perception*, Houghton Mifflin, Boston 1979; tr. it. *Un approccio ecologico alla percezione visiva*, il Mulino, Bologna 1999.
- 49 Ivi, p. 206 (tr. it.).
- 50 O.F. Bollnow, *Mensch und Raum*, Kohlhammer, Stuttgart 1963, pp. 213-214.
- 51 G. Edelman, *Sulla materia della mente*, cit., pp. 143-144.
- 52 Ivi, p. 147.
- 53 Ivi, p. 50.

- 54 Ivi, p. 45.
- 55 Ivi, pp. 49-50.
- 56 Ivi, p. 44.
- 57 Ivi, p. 48.
- 58 *Ibidem*.
- 59 W. James, *Principles of Psychology* (1890), Dover Publications, Reprint edition New York 1950, pp. 613-614.
- 60 E. Boncinelli, *Io sono, tu sei. L'identità e la differenza negli uomini e in natura*, Mondadori, Milano 2002, pp. 163-167.
- 61 Ivi, p. 113.
- 62 Cfr. I. Prigogine, *La nascita del tempo*, Bompiani, Milano 1988, p. 77.
- 63 S. Tagliagambe, *L'inizio: dal fondamento alla circolarità dei percorsi*, in Aa.Vv. *L'inizio*, Raffaello Cortina, Milano 2002, pp. 67-90.
- 64 G. Bateson, *Mente e natura*, tr. it. a cura di G. Longo, Adelphi, Milano 1984, pp. 84-86.
- 65 Ivi, p. 84.
- 66 Ivi, p. 86.
- 67 G. Bateson, *Mente e natura*, cit., cap. IV, paragrafo "Quarto criterio. Il processo mentale richiede catene di determinazione circolari (o più complesse)", pp. 140-149.
- 68 Ivi, pp. 146-147.
- 69 Ivi, p. 147.
- 70 Ivi, pp. 171-172.
- 71 *Now there seems to be a widely held intuitive notion that SELF-AWARENESS has something to do with FEEDBACK*, in W. Ross Ashby, *An Introduction to Cybernetics*, Chapman & Hall, Londra 1960, tr it. *Introduzione alla cibernetica*, Einaudi, Torino 1971.
- 72 E. Boncinelli, *L'anima della tecnica*, cit., p. 81 (i corsivi sono miei).
- 73 Tommaso d'Aquino, *Summa contra gentiles*, libro I, cap. LXVI. La citazione è tratta da E. Klein, *Le strategie di Crono*, cit., p. 130.
- 74 E. Klein, *Le strategie di Crono*, cit., p. 130.