

Le nuove scoperte e il nuovo contesto della ricerca biomedica

Mirko Di Bernardo

Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”

Dipartimento di ricerche filosofiche

diber.mirko@gmail.com

ABSTRACT

The article focuses on the cultural ambience which, between the second half of the eighteenth century and the first half of the nineteenth century, mainly in Germany and partly in France, has been the theatre of that very medical-scientific revolution – a revolution connected to G. Reinold Treviranus’ biology, A. von Haller and F. J. Gall’s experimental works, L. Pasteur’s germ theory, as well as R. Virchow’s cellular pathology, Cabanis and De Tracy’s researches and C. Bernard’s experimental medicine –, which has contributed decisively to transform the “beneficial primitive technophile” in the present “health production technology”. In such a context, we underline the role of the great French *philosophes* regarding the methodological turning point (from metaphysics to observation and then science) and thus the erosion of the “great division” between the human species and other animal species. The consequence has been the new “anthropological” relief of the dimension of corporeity. Particularly, this work lingers over two fundamental points: the new comprehension of the “physiology” of man (by the *Idéologues*) which lays the foundations of the *mind/body problem* and the intuition, from philosophers like Kant and Hegel, of the teleological principle of self-organization of life. The conclusive part, by revisiting these two aspects in consideration of the new scenarios opened by the contemporary theory of complexity in the scientific field, highlights how the present directions of research about cognitive functionalities, in continuity with the process of “embodiment of thought” started by the second half of the eighteenth century, tend to distance themselves from the computational matrix which has originally generated them to come more and more near an interpretation which sees the mind as “embodied”, situated and distributed.

KEYWORDS

Experimental medicine, mind/body problem, embodiment processes, complexity theory

1. Premessa

Agli inizi la tecnica del medico aveva un proprio metodo, una propria episteme, una propria visione generale dell'uomo e del mondo. La metodologia era il metodo clinico, mentre l'epistemologia era la teoria somato-psichica dei quattro umori corporei (sangue, flegma, bile, atrabile) armonizzati ai quattro temperamenti (sanguigno, flemmatico, biliare, melancolico) ed elaborati da quattro organi fondamentali (cuore, cervello, fegato, milza). L'ordine morale era quello finalizzato alla beneficalità delle cure, mentre la concezione generale dell'uomo e del mondo era quella della corrispondenza peculiare tra la cosmologia degli elementi, la gnoseologia delle qualità elementari (caldo, secco, freddo, umido), la climatologia delle stagioni e la fisiologia delle età evolutive¹. La *techne* ippocratica era dunque filosofia. A conferma di ciò, quattro secoli dopo Ippocrate, Claudio Galeno, con il suo celebre aforisma (“*Optimus medicus sit quoque philosophus*”), rimarcava lo stretto rapporto che sussiste tra *techne iatrike*, da un lato, e *philosophia* (sintesi suprema di *technophilia* e di *philanthropia*), dall'altro. Tecnica ed antropologia erano quindi un tutt'uno, un patrimonio indivisibile – olistico – del mestiere di medico. Tale aforisma ha mantenuto per intero il suo valore sia nel Medioevo, dove il medico veniva considerato come un “fisico-filosofo”, che nel Rinascimento, dove il suo sapere ed il suo agire erano inseriti armonicamente in una *philosophia naturalium rerum* all'interno della quale la “filosofia della natura” era comprensiva della natura umana e il “microcosmo” dell'uomo era in sintonia con il “macroantropo” dell'universo².

Dal Rinascimento in poi, dopo aver ricevuto da Vesalio la propria fondazione anatomica, la medicina è stata continuamente incalzata, ed in un certo senso arricchita, da scienze di base che l'hanno condotta verso la “pista di lancio” della modernizzazione tecnico-scientifica, un processo, quest'ultimo, che affonda le proprie radici in quella temperie culturale che, tra la seconda metà del Settecento e la prima dell'Ottocento, ha visto prevalentemente in Germania ed in Francia il teatro di quella vera e propria rivoluzione medico-

¹ G. Cosmacini, *La medicina non è una scienza. Breve storia delle sue scienze di base*, Raffaello Cortina, Milano 2008, pp. IX-X.

² Cfr. Id., *L'arte lunga. Storia della medicina dall'antichità a oggi*, Laterza, Roma-Bari 2011³.

scientifica – legata alla biologia di G. Reinhold Treviranus, ai lavori sperimentali di A. von Haller e di F. J. Gall, alla teoria dei germi di L. Pasteur, nonché alla patologia cellulare di R. Virchow, alle ricerche di Cabanis e De Tracy e alla medicina sperimentale di C. Bernard – che ha contribuito in modo decisivo a trasformare la “benefica tecnofilia originaria” nell’odierna “tecnologia produttiva di salute”, apportatrice di una maggiore quantità e di una migliore qualità di vita disponibile.

2. *Dalla struttura visibile alle funzioni invisibili*

Fino alla fine del Seicento non esiste una netta linea di demarcazione fra esseri viventi e cose: il vivente si prolunga negli oggetti inanimati senza soluzione di continuità. L’abituale distinzione tra minerali, vegetali ed animali serve, per lo più, a fissare alcune grandi categorie all’interno del corpo unitario del mondo. L’organizzazione esprime soltanto la complessità della “struttura visibile”: non viene riconosciuto ancora, nel Seicento e durante quasi tutto il Settecento, quel tipo particolare di organizzazione che l’Ottocento chiamerà vita. Non esistono ancora le grandi funzioni vitali, ma semplicemente degli organismi che funzionano. La fisiologia ha lo scopo di metterne a nudo gli ingranaggi studiandone l’intera concatenazione³. Nel Seicento, dunque, non vi è alcuna ragione di riservare un posto a parte ai corpi viventi e di sottrarli al grande meccanismo che fa muovere l’universo: degli esseri viventi, infatti, è accessibile all’analisi solo ciò che dipende chiaramente dalle leggi del movimento.

Nel Settecento diventano accessibili le due funzioni strettamente collegate alla chimica: la digestione e la respirazione. Per Lavoisier l’animale si può analizzare come una macchina, anche se non più come una macchina che funzioni soltanto in termini di figura e di movimento, ma secondo i principi più diversi, poiché si rivela la presenza di fenomeni elettrici persino in un muscolo di rana. Verso la fine del Settecento, dunque, diversi campi della fisiologia, divenuti accessibili ai metodi e ai concetti della chimica e della fisica, giungono ad essere analizzati mediante nuovi modelli che contribuiscono a trasformare radicalmente la stessa rappresentazione degli esseri viventi. Nel funzionamento di un organismo tutto appare legato e articolato strettamente: un corpo vivente non è una semplice associazione di elementi, una giustapposi-

³ Cfr. C. Bonnet, *Contemplation de la nature*, Œuvres complete, Neuchâtel 1781, vol. VII, p. 42.

zione meccanica di organi, bensì un insieme di funzioni al cui interno ognuna risponde a delle precise necessità. In *La logica del vivente* F. Jacob così scrive:

“Non solo gli organi dipendono gli uni dagli altri, ma la loro presenza ed il loro ordinamento dipendono, in modo necessario, dalle leggi naturali che governano la materia e le sue trasformazioni. Ciò che conferisce ad un essere vivente le sue proprie caratteristiche è un gioco di relazioni che collega segretamente le varie parti e fa funzionare il tutto; è l’organizzazione che si cela dietro la struttura visibile”⁴.

Nonostante lo studio dei viventi sia passato gradualmente, nel corso del XVIII secolo, dalle mani dei medici a quelle dei naturalisti – un nuovo tipo di studiosi specializzati –, l’ordine visibile e l’ordine recondito appartengono comunque a due diversi campi della realtà: non esiste fra loro alcun punto di contatto. La storia naturale del Settecento, in accordo con Jacob, si limita a “disegnare un affresco, un quadro a due dimensioni, un reticolo nel quale può inserirsi il mondo vivente”⁵; bisognerà attendere la fine del secolo e, soprattutto, quello successivo affinché l’organismo acquisti una dimensione maggiormente stratificata ed una nuova profondità. Si instaureranno allora relazioni più articolate e complesse fra ciò che appare alla superficie e ciò che si cela in profondità, fra la funzione e la struttura, fra il visibile e l’invisibile. La possibilità di esistenza dei corpi si colloca sempre più al loro interno ed è l’azione reciproca tra le diverse parti a dare al tutto il suo significato. I corpi viventi divengono degli insiemi a più dimensioni nei quali le strutture si dispongono a strati secondo un ordine dettato dal funzionamento dell’organismo complessivo: gli organi visibili sono regolati dalle funzioni invisibili.

“La forma, le proprietà, il comportamento di un essere vivente sono governati dalla sua organizzazione. E’ l’organizzazione che distingue gli esseri viventi dalle cose inanimate. [...] L’organizzazione costituisce, in un certo senso, una struttura di ordine superiore, a cui vanno riferiti tutti gli aspetti visibili degli esseri viventi”⁶.

Tra la fine del Settecento e gli inizi dell’Ottocento, dunque, fa la sua apparizione una nuova scienza che non ha più per fine la classificazione degli es-

⁴ F. Jacob, *La logica del vivente. Storia dell’ereditarietà*, Einaudi, Torino 1971, p. 56.

⁵ Ivi, p. 87.

⁶ Ivi, pp. 94-95.

seri naturali, bensì la conoscenza degli organismi viventi e per oggetto non più l'analisi della struttura visibile, ma lo studio dell'organizzazione. Per Lamarck l'organizzazione è, fra tutti gli elementi da considerare, quello essenziale, quello che deve servirci da guida per una classificazione metodica e naturale degli animali⁷, poiché consente di mettere ordine nella complessità del mondo vivente e di percorrerlo con un solo sguardo: nel medesimo spazio, infatti, possono svilupparsi strutture diverse e funzioni costanti, fra loro coordinate. L'organizzazione, pertanto, giunge ben presto ad essere considerata come quella legge interna, valida per tutti gli esseri viventi, che determina la possibilità stessa della loro esistenza. Dietro la combinazione degli elementi che compongono la materia vivente, infatti, è ora possibile dedurre, per astrazione, un'"architettura segreta". Al di là delle differenze di forma, di proprietà e di habitat, il problema è quello di mettere in luce le caratteristiche comuni a tutti gli esseri viventi e di dare un contenuto a quella che viene ormai chiamata la vita. A poco a poco viene delineandosi l'oggetto di una scienza che studia l'essere vivente dotato di una certa configurazione e di alcune proprietà particolari. Quasi contemporaneamente, per dare un nome a questa scienza, Lamarck, Treviranus e Oken utilizzano la parola *biologia*.

3. *La svolta metodologica: dalla metafisica alla medicina sperimentale*

Tra la fine del XVIII secolo e la prima metà del XIX, la sperimentazione nelle sue varie forme – chimica, fisica, anatomica e fisiologica – otteneva risultati di grande rilievo in diversi settori. Il patologo tedesco R. Virchow, ad esempio, pioniere dei moderni concetti della patologia cellulare e della patogenesi delle malattie, nell'opera del 1858 *Cellularpathologie*, localizzava le malattie nell'alterata struttura delle cellule dell'organismo, dopo che Bichat le aveva localizzate nei tessuti e dopo che, ancor prima, Morgagni le aveva individuate negli organi⁸. In campo biochimico Leibig favoriva lo sviluppo di una medicina fisiologica su basi sperimentali e non più speculative come erano quelle della *médecine physiologique* di Broussais. Helmholtz, fisiologo di Königsberg,

⁷ Cfr. J. B. Lamarck, *Philosophie Zoologique*, Paris 1873, vol. I, p. 102.

⁸ Cfr. V. Cappelletti, *Entelechià. Saggio sulle dottrine biologiche del secolo decimonono*, Sansoni, Firenze 1965.

dopo aver formulato nel 1847 il principio della conservazione dell'energia, studiava l'acustica e l'ottica inventando l'oftalmoscopio, lo strumento per osservare mediante la pupilla il fondo dell'occhio con la retina e i suoi vasi. Come Lipsia e Berlino in Germania, così Parigi era in Francia il tempio della scienza fisiologica e della sua filosofia. È C. Bernard, infatti, a fornire alla medicina le basi fisiologiche che conserva tuttora⁹. Sul piano scientifico compiva fondamentali ricerche per quanto attiene alla digestione (intestino e pancreas), al metabolismo epatico (sintesi del glicogeno) e ai meccanismi neuromotori dei vasi sanguigni (vasocostrizione simpatica). Formulava inoltre idee generali sull'azione delle sostanze tossiche e medicamentose, nonché sulle conseguenze del concetto di *milieu intérieur*, l'ambiente interno dell'organismo dove vedeva riversarsi i secreti delle ghiandole a secrezione interna.

Risultati di grande rilevanza, però, si ottengono anche in ambito neurologico per quanto riguarda, in modo particolare, la fondamentale questione del rapporto tra sensibilità nervosa e motilità muscolare. Risale a Cartesio quella separazione drastica tra emozione e intelletto che per secoli è stata un criterio ispiratore della ricerca, nonché un principio speculativo da non violare. Il delineamento della nozione attuale di mente, nella filosofia e nelle *cognitive sciences*, è da ascrivere al lavoro della neurofisiologia e della metafisica del filosofo francese. Secondo P. Quintili il programma di ricerca di Descartes si articola in quattro punti relativi all'unione dell'anima e del corpo, ossia ad “una realtà metafisico-ontologica in ultima istanza impossibile da dimostrare concettualmente”: 1) l'anima è sostanza spirituale intera – unita al corpo – non localizzabile; 2) il cervello viene considerato, al contempo, come la sede dell'anima; 3) la ghiandola pineale è il luogo di contatto tra anima e corpo; 4) anche alcune parti del corpo hanno una sorta di memoria animata – come le dita di un suonatore di liuto –¹⁰. Tali punti, però, finiscono per confliggere tra loro sia sulla questione empirica della localizzazione dell'anima nel corpo che sulle tre riduzioni attraverso cui Cartesio cerca di dedurre le leggi della fisiologia dalla certezza metafisica dell'io: a) il corpo è sostanza autonoma, oggetto della fisiologia che opera senza prendere in considerazione la dimen-

⁹ Cfr. C. Bernard, *Introduzione allo studio della medicina sperimentale*, Feltrinelli, Milano 1975.

¹⁰ Cfr. P. Quintili (a cura di), *Anima, mente e cervello. All'origine del problema mente-corpo, da Descartes all'Ottocento*, Edizioni Unicopli, Milano 2009, p. 13.

sione spirituale; b) il corpo-macchina è modello esplicativo del vivente in generale; c) il rifiuto delle cause finali torna a vantaggio delle cause efficienti meccanicistiche. Da questa triplice riduzione il filosofo francese tenterà la risalita verso la conquista della reale complessità dell'io umano nei termini della fisiologia evolutiva e dell'unione psico-fisica all'interno della prospettiva dualistica. Alla luce di tutto ciò, dunque, Quintili così scrive:

“Il mancato o parziale successo di tale programma di ricerca cartesiano – una neurobiologia nuova che pretende di fondarsi su una metafisica dualistica – imprime un duraturo impulso, anzitutto in senso *critico*, alle ricerche mediche e filosofiche sui sensi, il cervello ed il pensiero nel secolo successivo, l'età dell'illuminismo”¹¹.

I critici ed interlocutori più acuti, diretti e indiretti, di Descartes sono i materialisti francesi, da La Mettrie a Diderot. In tale contesto la mente non è più una sostanza indipendente, ma una specifica funzione del corpo intero e va a coincidere con le diverse attività del cervello (animale vivente) in rapporto con il resto dell'organismo concepito in termini meccanicistici, ovvero come una “federazione di organi-macchina relativamente autonomi”¹². Secondo La Mettrie il modello è, per l'uomo intero, il pendolo oscillatorio che sta agli altri modelli più semplici di vivente come ad un orologio comune. La prospettiva filosofica di fondo che gradualmente viene imponendosi in tale contesto storico è dunque il monismo d'impronta spinoziana, secondo il quale nell'universo non esiste che un'unica sostanza, diversamente modificata. La materia, a differenza della semplice *étendue* cartesiana, è qui dotata di sensibilità, di movimento, di capacità di auto-attuazione (quindi di vita) e l'organismo ne è la prima espressione¹³. La parola chiave del nuovo modo dei *Philosophes* di concepire il rapporto mente-corpo è, quindi, “organizzazione”, variamente intesa dai diversi materialisti. Tuttavia, l'aspetto comune può essere rintracciato nell'indissociabilità causale delle operazioni della mente dalle funzioni senso-

¹¹ Ivi, p. 14.

¹² Ibidem

¹³ Cfr. J. O. La Mettrie, *L'uomo macchina*, in S. Moravia (a cura di), *Opere*, Laterza, Roma-Bari 1992, pp. 226-227.

motorie del corpo nella sua integralità¹⁴. Ecco dunque il sorgere e l'affermarsi di un pensiero integralmente materialista, che concepisce la mente come il risultato di una particolare organizzazione della materia diffusa nella totalità del cervello.

Di fondamentale importanza è, inoltre, il principio metodico della comparazione uomo-animale, in termini di comportamento e di strutture fisiologiche e anatomiche. Si viola così uno dei principi chiave del programma di ricerca cartesiano, quello dell'incommensurabilità dell'uomo all'animale sul terreno delle facoltà cognitive¹⁵. Il metodo comparativo si articola insieme alle analisi filosofiche, più o meno sviluppate, sul cervello e sulle sue caratteristiche funzionali in termini di facoltà dell'animo a partire dalle ricerche di Willis, Sthal e von Haller, il fisiologo di Göttingen che ispirerà a Diderot gli *Éléments de physiologie*. Il primo grande merito dei *Philosophes* illuministi, pertanto, consiste nel aver superato il dualismo cartesiano tra l'anima ed il corpo e con esso di aver affrancato la filosofia dalla tradizionale riflessione metafisica, se non addirittura teologica, che l'avrebbe isolata all'interno della speculazione spiritualistica e di riflesso avrebbe sottratto alla stessa ricerca scientifica, in modo particolare alla ricerca neurologica e fisiologica, lo studio del pensiero, delle passioni e dei sentimenti¹⁶.

Tra Settecento e Ottocento, dunque, le analisi di casi clinici e le valutazioni di fatti neurologici sperimentali sembrano convergere verso il riconoscimento dei nervi come gli organi generali del sentimento. Così, nella psicologia scientifica dell'Ottocento apparirà chiara l'idea di riformulare i termini del rapporto mente-corpo. Risulterà più evidente la necessità e il bisogno, in ambito psicologico e fisiologico, di ricondurre lo spirituale alla fisicità: si tratta, infatti, di un nuovo modo di pensare la coscienza, ossia come intrinsecamente connessa con la corporeità. Tuttavia, alla metà del Settecento non assistiamo ancora alla diffusione di un pensiero antropologico inteso come espressione di una sistematica indagine scientifica condotta nella piena autonomia del metodo empirico. L'indeterminatezza del termine *antropologia* dipende essen-

¹⁴ Con l'eccezione del materialismo sociologico di Helvétius il quale, rifiutando l'ipotesi cerebrale, insiste sull'importanza dell'educazione e dell'esperienza appresa nel determinare le forme della personalità individuale e i tipi dei caratteri umani.

¹⁵ Cfr. P. Quintili, *Op. cit.*, p. 16

¹⁶ Cfr. Ivi, p. 21

zialmente dal dualismo metafisico di matrice platonica ancora latente nei sistemi filosofici che propongono una visione globale dell'uomo ed una gerarchia dei saperi tradizionali che intendono esaminare la sua natura. Solo alla fine del Settecento il concetto di antropologia si diffonde nel suo senso moderno, nell'ambiente degli *Idéologues*, testimoniando la formazione di una *scienza dell'uomo* coerente e metodologicamente rigorosa. In modo particolare Cabanis (1757-1808), il maggior esponente del circolo scientifico e filosofico dei *Philosophes médicins*, nel 1796 utilizza il termine *anthropologie* per indicare la dottrina che intende indagare scientificamente l'uomo come "unità organica di anima e corpo". Tale prospettiva intellettuale e scientifica sarà ripresa da De Tracy (1754-1836), dal conte Volney (1757-1820), da Degérando (1772-1842) e in particolare da Jauffret (1770-1840), tutti membri di quella *Société des Observateurs de l'Homme* che "per prima definì e tracciò, in modo esaustivo, gli obiettivi della disciplina antropologica, e che ha condotto, con una metodologia rigorosa, ricerche empiriche dettagliate, offrendo veri e propri lavori di fisiologia antropologica e di etno-sociologia, relativi all'uomo singolo e associato"¹⁷.

4. *La nuova comprensione della fisiologia dell'uomo*

La "scientifizzazione" del mondo ha inizio con lo studio della percezione – termine medio tra soggettività e realtà esterna – e del percepito che si presenta come una sintesi tra le operazioni della nostra mente e i dati che ci provengono dall'esterno. La psicologia fisiologica dell'Ottocento tenta di uniformare la soggettività superando la differenza fra l'interno e l'esterno dell'essere umano, compito più arduo di quello analogo relativo al mondo naturale. Il problema non è *cosa* conosciamo quando conosciamo, bensì *come* conosciamo e *chi* conosce nell'atto di conoscere. Il rapporto anima-corpo, allora, diviene il rapporto, meglio quantificabile, di mente-corpo/percezione-mondo esterno. Le radici dell'io vengono rintracciate nella corporeità; è il corpo che percepisce e si rapporta con il mondo ed è, quindi, nel corpo che va ricercato il senso della formazione dell'io¹⁸.

¹⁷ Ivi, p. 19.

¹⁸ Cfr. T. Andina, *Metafisica ed ontologia*, in "Rivista di estetica", 28 (2005), Torino, Rosenberg e Seller Editori, pp. 123-146.

L'idea di psicologia come ambito di ricerca autonomo – svincolato dalla filosofia e dalla metafisica tradizionali – che si svilupperà nel corso del XIX secolo ha origini proprio nei tentativi compiuti in Francia dagli *Idéologues* ed in particolare dal medico e filosofo Cabanis, secondo cui il pensiero è prima di tutto un'azione dei muscoli e del cervello. L'*idéologue* ripensa la questione problematica del rapporto tra anima e corpo (*mind/body problem*), spingendosi oltre i limiti che la propria epoca aveva raggiunto al riguardo. Cabanis, infatti, capisce che la divisione tra spirito e corpo era legata ad una scarsa conoscenza scientifica e alla concezione meccanicistica della corporeità e che quindi occorreva reinterpretare e ridefinire il corporeo in generale e la sua scienza. Da qui, come abbiamo accennato nel paragrafo precedente, prenderà avvio il progetto di elaborare una fisio-psicologia, detta "ideologia fisiologica", al fine di delineare un'immagine dell'uomo rinnovata rispetto al modello di Condillac.

Partendo da questi presupposti il medico francese, nel suo capolavoro del 1802 sui *Rapporti tra il fisico ed il morale dell'uomo*, trae una serie di conseguenze. Innanzitutto il sistema nervoso costituisce l'organo della sensibilità, la quale si esercita in modo speciale mediante i nervi che si possono considerare come i suoi organi peculiari. La sensibilità è legata, poi, alla percezione, che testimonia l'esistenza degli oggetti esterni. Inoltre, i nostri movimenti volontari non sono solamente controllati da un'azione combinata di giudizi e percezioni, ma vengono regolati anche dall'azione degli organi motori; infine, i movimenti che non rientrano nella sfera d'azione della volontà dipendono direttamente dalle impressioni ricevute, dalle diverse parti degli organi di senso, mentre le stesse impressioni sono condizionate a loro volta dalla facoltà di sentire:

“Tutti i movimenti indipendenti dalla volontà, quelli di cui non abbiamo coscienza, quelli di cui non abbiamo neppure alcuna nozione, in una parola tutti i movimenti che fanno parte delle funzioni dell'economia animale, dipendono da impressioni ricevute dalle diverse parti di cui sono composti gli organi e queste impressioni dipendono a loro volta dalla loro facoltà di sentire”¹⁹.

¹⁹ P.J.G. Cabanis, *Rapporti tra il fisico e il morale dell'uomo*, Laterza, Roma-Bari 1973, p. 30.

In quest'ottica, allora, il sistema nervoso, parte integrante del corpo, recita un ruolo di primo piano poiché viene interpretato come un ponte che collega, governandola, ogni parte del corpo e, al contempo, raccoglie i dati che arrivano al cervello attraverso gli organi di senso:

“Si può stabilire per certo che nell'uomo [...] i nervi sono la sede specifica della sensibilità; che sono essi a distribuirli a tutti gli organi, tra i quali formano il legame generale stabilendo tra loro una corrispondenza più o meno stretta e facendo concorrere le loro diverse funzioni a produrre e a costituire la comune vitalità. [...] Quando si legano o si tagliano tutti i tronchi nervosi che si suddividono e si ramificano in una parte del corpo, questa parte diviene istantaneamente del tutto insensibile [...]. Portando la sensibilità nei muscoli i nervi portano la vita”²⁰.

Ecco dunque sorgere una nuova concezione dell'essere umano: la sfera psicologica è del tutto funzionale a quella della corporeità. La psiche in tale prospettiva finisce per essere una funzione del sistema nervoso che si configura come principio regolatore dei diversi elementi fisici. Già le ricerche della Scuola medica di Montpellier avevano mostrato che il corpo vivente non è assimilabile a una macchina meccanica e che le leggi cui obbedisce non sono le stesse che governano i fenomeni fisico-chimici. Ciò non significa collocare l'essere vivente in un campo metafisico, bensì affermare che esso richiede un approccio psico-antropologico.

Quasi contemporaneamente alle ricerche di Cabanis, in Germania, il medico svizzero A. Haller, sottoponendo a zootomia in vivo o vivisezione numerose varietà di animali, dava dimostrazione sperimentale di due importanti proprietà della materia vivente: la sensibilità (*vis nervosa*) e l'irritabilità (*vis insita*²¹). A giudizio di Haller la sensibilità era una proprietà della materia posseduta dal sistema nervoso – sia periferico (nervi) che centrale (nevrassa) – e attivata dagli stimoli applicati su di esso. L'irritabilità, o “contrattilità” nel linguaggio contemporaneo, era invece una proprietà della materia posseduta dal sistema muscolare e attivata sia dagli stimoli mediati dai nervi, sia dagli

²⁰ Ivi, pp. 28-29.

²¹ Quest'ultimo nome era stato dato da Newton alla forza d'inerzia. Nella seconda metà del Settecento, infatti, l'ambizione dei medici e degli scienziati era quella di scoprire proprietà o formulare leggi che corrispondessero nel campo medico-biologico alla forza d'attrazione o alla legge di gravitazione universale formulate da Newton.

stimoli esercitati direttamente sui muscoli in modo automatico. Se, dunque, i movimenti del corpo umano sono dovuti all'attività neuro-muscolare, allora, sosteneva il medico svizzero, i movimenti degli animali privi di sistema nervoso sono dovuti alla sola irritabilità. Per questi ed altri studi Haller può essere considerato il fondatore della moderna fisiologia²²: i suoi *Elementa physiologiae corporis humani* in otto libri, pubblicati a Gottinga tra il 1757-1766, infatti, costituiscono per la medicina quel che per la fisica rappresentano i *Philosophiae naturalis principia mathematica* di Newton. Inoltre, in palese riferimento a Newton, nel 1771 il medico sassone J. A. Unzer pubblicava ad Halle il volume *Primi principii di una filosofia della natura caratteristica dell'organismo animale*, dove veniva enunciato il principio secondo cui le impressioni esterne fornite dall'impatto degli oggetti con i cinque sensi, nel divenire impressioni interne o sensazioni, raggiungono talune il cervello traducendosi in contenuti di coscienza ed in azioni volontarie, mentre altre non raggiungono il cervello arrestandosi a livello subcosciente e traducendosi in azioni riflesse. In tal senso, allora, lo schema unzeriano apriva le porte all'idea secondo cui i fenomeni neurologici e neuropatologici ed i fenomeni psicologici e psicopatologici sono tra loro omogenei²³. Poco dopo gli apporti tardo settecenteschi del medico sassone, nel 1784 G. Prochaska pubblicava una dissertazione *Sulle funzioni del sistema nervoso*, dove veniva elaborato ulteriormente lo schema unzeriano dimostrando che la sensibilità nervosa e la motilità muscolare sono strettamente connesse tra loro, prescindendo dalla coscienza e dalla volontà aventi sede nel cervello (nel *sensorium commune*), cioè nel midollo allungato e spinale²⁴. I nuovi studi di fisiologia del sistema nervoso portati avanti in modo indipendente, tra gli altri, da Whitt, Haller, Unzer e Prochaska, quindi, avevano scoperto la connessione tra i nervi e la sensibilità, mostrando, altresì, che l'affettività e l'attività intellettuale non erano situate in un animo o spirito, ma nella concreta organizzazione dell'essere umano.

Alla luce di questi studi, dunque, Cabanis delinea una nuova immagine dell'uomo, distante dal materialismo meccanicistico e dal sensismo condillaciano, intraprendendo un pionieristico cammino di ricerca sulla psiche. Egli

²² Cfr. M. T. Monti, *Congettura ed esperienza nella fisiologia di Haller*, Olschki, Firenze 1990.

²³ Cfr. G. Cosmacini, *Breve storia delle neuroscienze*, appendice a Id., *Una dinastia di medici*, Rizzoli, Milano 1992, p. 255.

²⁴ Cfr. Id., *L'arte lunga*, cit., pp. 340-341.

dunque elabora il concetto di una struttura eterogenea della materia, fondamentale per capire come il funzionamento coordinato dell'organismo derivi dalla collaborazione di innumerevoli organi e funzioni. Il medico francese, pertanto, oltre a rigettare la teoria dell'uomo macchina di La Mettrie, che abolisce del tutto l'anima a favore di un corpo in grado di muoversi autonomamente, si discosta anche dall'idea dell'uomo-statua di Condillac per sostenere, invece, un'immagine dell'essere umano come organismo vitale e dinamico dove la sua vita e le sue forze sono concrete realtà empiriche. Alla base ci sono gli organi, dotati di proprietà particolari, né metafisiche, né del tutto fisiche o chimiche; il corpo vivente, formato da parti autonome, infatti, giunge ad essere studiato nella sua complessità.

Nei *Rapporti tra il fisico e il morale dell'uomo*, Cabanis sostiene, da un lato, che i nervi sono capaci di accogliere e trasmettere al cervello i “messaggi” provenienti dal mondo esterno, dall'altro, che i nervi sono anche in grado di animare gli organi interni del corpo i quali diventano, a loro volta, capaci di produrre sensazioni che arricchiscono la vita affettiva ed intellettuale dell'essere umano²⁵. Per il medico-filosofo francese la sensibilità è la sorgente energetica più importante dell'uomo, è una proprietà o una dimensione strettamente connessa con i fenomeni vitali al punto da definirla come “il fatto generale della natura vivente”²⁶. Nella misura in cui, secondo lui, “vivere è sentire”²⁷ e il sentire produce conoscenza, possiamo a ragione inferire che viene delineandosi una totalità organica nella quale corpo e mente diventano una cosa sola, sotto aspetti differenti. La sensibilità, quindi, è collegata con il sistema nervoso, mediante il quale giunge a tutti gli organi, assumendo in ciascuno una funzione precisa. Essa, quindi, non esiste solo là dove si manifesta nettamente la coscienza delle impressioni. Nell'essere umano, in particolare, la superiorità del cervello e dell'organizzazione dei nervi danno prova di una nozione di vita che non si riduce unicamente allo stato meccanico e materiale degli organi: rispetto agli animali, infatti, si osserva più distintamente l'impronta di uno stato interno. L'io cosciente non è sempre in attività per dirci cosa accade dentro di noi. La teoria della sensibilità inconscia è confer-

²⁵ Cfr. S. Moravia, *La filosofia degli idéologues*, in G. Santato, (a cura di), *Letteratura italiana e cultura europea tra illuminismo e romanticismo*, Genève, Droz 2003, p. 76.

²⁶ P. J. G. Cabanis, *Op. cit.*, p. 64.

²⁷ Ivi, p. 25.

mata dall'idea secondo cui nell'organizzazione dell'uomo l'io risiede nel centro comune a cui arrivano tutte le sensazioni, dalle quali derivano successivamente i giudizi che giungono a toccare gli organi della volontà. Ciò non significa, tuttavia, che le impressioni che arrivano a tale destinazione siano tutte percepibili. Come afferma Cabanis, infatti, un gran numero di esse restano estranee:

“Fra le affezioni e le operazioni, alcune sono percepite dall'individuo e altre no; e vari fisiologi giungono a far emanare dai punti intimi di questo centro l'impulso animante le parti che sono più indipendenti dalla coscienza e dalla volontà”²⁸.

Esistono, pertanto, dei centri parziali del sentire legati con il centro comune e con le estremità da relazioni reciproche e costanti. Infine, il medico francese sostiene che gli organi sensoriali sono sempre gli stessi, anche quando le loro determinazioni sembrano essere sottratte al potere dell'io e non cessano un solo istante di agire sul centro cerebrale. Queste intuizioni si riveleranno particolarmente feconde nei decenni successivi. Si pensi, ad esempio, all'importanza che ha assunto la teoria della localizzazione cerebrale negli studi sperimentali portati avanti, *in primis*, dal fisiologo J. F. Gall padre della “organologia” (più tardi definita da J. C. Spurzheim “frenologia”) e alla rilevanza della nozione di “continuità tra strutture e funzioni”, fondata sulla complessa organizzazione corporea degli esseri viventi, che, nell'ambito del *mind/body problem*, ha alimentato note forme di monismo materialistico come il comportamentismo, il fisicalismo, il funzionalismo computazionale (o intelligenza artificiale forte) ed il più estremo “materialismo eliminazionista”, secondo cui i fenomeni o gli stati mentali non esistono affatto²⁹.

L'opera di Gall e Spurzheim sulla *Anatomia e fisiologia del sistema nervoso in generale e del cervello in particolare, con osservazioni sulla possibilità di riconoscere molte disposizioni intellettuali e morali dell'uomo e degli animali attraverso la configurazione delle loro teste*, pubblicata in quattro volumi a Parigi dal 1810 al 1820, si richiamava ai *Rapports du physique et du moral de l'homme* di Cabanis e inaugurava una “disciplina dell'anima” le cui parti caduche, quali la moda di farsi “frenologare”, cioè palpare il capo per farsi dire il carattere, non impedivano alle parti durevoli di fecondare il terreno delle nascenti psicologia, psicopatologia e psichiatria, nonché della neurologia delle localizzazioni

²⁸ Ivi, p. 144.

²⁹ Cfr. J. R. Searle, *La riscoperta della mente*, Bollati Boringhieri, Torino 1994.

cerebrali³⁰. La frenologia, dunque, si prefiggeva lo scopo di rintracciare le speciali facoltà della mente e i rapporti tra le disposizioni mentali e il corpo, più precisamente il cervello e la forma del cranio. Pur essendo generalmente associata alla fisiognomica e quasi considerata una specializzazione del sistema di Lavater, essa aveva in realtà il fine ambizioso di costituirsi, all'interno delle scienze, come una sorta di saldatura tra anatomia, fisiologia e neurologia³¹.

Lungo quasi tutto il XIX secolo la frenologia condizionò molto la scienza ed anche il campo umanistico (si pensi allo spazio che vi dedica Hegel nella *Fenomenologia dello spirito*), sebbene tale influenza non fosse largamente riconosciuta e quanti la subivano badassero bene a prenderne le distanze. In effetti, le idee di Gall dovevano risultare stupefacenti per quei tempi. Egli dichiarò, in termini decisi, che il cervello era un aggregato di molti organi, ciascuno dei quali dotato di una specifica facoltà psicologica. Gall – come prima di lui, con linguaggio e modalità differenti, Cabanis – non solo si staccò dal dualismo allora in voga, che separava la biologia dalla mente, ma intuì, correttamente, che in ciò che si chiamava cervello vi erano molte aree, ognuna delle quali specializzata ad esplicare una determinata funzione. Intuizione straordinaria, quest'ultima, dato che la specializzazione del cervello è ora un fatto confermato. Gall, tuttavia, non si rese conto che le parti separate dal cervello non funzionano indipendentemente l'una dalle altre; esse contribuiscono, invece, al funzionamento di più ampi sistemi composti da quelle regioni separate. Ci sono voluti ben due secoli di studi perché una concezione di questo tipo potesse acquistare consistenza. Oggi possiamo affermare con certezza che non vi è alcun singolo “centro” per la visione, per il linguaggio o per la ragione e che esistono “sistemi” formati da differenti unità cerebrali interconnesse; in termini anatomici, ma non funzionali, tali unità non sono altro che i vecchi centri della teoria cabanisiana della sensibilità e di quella di stampo frenologico e questi sistemi sono in effetti devoluti ad attività relativamente separabili che vanno a costituire la base delle funzioni mentali. È anche vero, però, che le unità cerebrali distinte, in funzione della posizione che occupano in un sistema, apportano componenti diversi al funzionamento dello stesso sistema e pertanto non

³⁰ Cfr. G. Cosmacini, *Cattaneo, Gall e la frenologia*, in A. Colombo, C. Montaleone (a cura di), *Carlo Cattaneo e il Politecnico*, Franco Angeli, Milano 1993.

³¹ Cfr. G. Cimino, *La frenologia di Gall nella neurofisiologia del XIX secolo*, in AA.VV., *Frenologia fisiognomica*, pp. 224-244.

sono interscambiabili: quel che determina il contributo di una data unità cerebrale al funzionamento a cui essa appartiene, infatti, non è solo la struttura, ma anche la sua localizzazione nel sistema. Oggi, dunque, la mente appare agli occhi della comunità scientifica come il risultato dell'attività concertata di ciascuno dei componenti separati e dei sistemi multipli costituiti da quegli stessi componenti³². Pertanto, se a Gall va riconosciuto il merito di aver introdotto il concetto di specializzazione del cervello (intuizione straordinaria considerata le conoscenze scientifiche del tempo), non possiamo non rilevare i limiti della sua concezione dei centri cerebrali che, nei successivi lavori di molti fisiologi e neurologi, risulteranno inscindibilmente associati alle funzioni mentali. Meritano di essere criticate, inoltre, molte insensate asserzioni della frenologia come, per esempio, quella secondo cui ogni organo distinto del cervello genera facoltà mentali proporzionali alle dimensioni dell'organo, l'idea che tutti gli organi e le facoltà sono innati, oppure la concezione della dimensione come indice della potenza o dell'energia di una data facoltà mentale.

Se, dunque, tra la metà del Settecento e la prima dell'Ottocento, la biologia di G. Reinhold Treviranus, la nascita della biochimica, i lavori sperimentali di A. von Haller, Leibig, Helmholtz, Unzer e F. J. Gall, da un lato, e la teoria dei germi di L. Pasteur, l'"ideologia fisiologica" di Cabanis, la medicina sperimentale di C. Bernard, la patologia cellulare di R. Virchow e l'analisi microscopica delle cellule nervose di J. E. Purkinje, dall'altro, contribuiscono a rivoluzionare il mondo medico-scientifico del tempo, realizzando l'epocale passaggio dallo studio delle strutture visibili del *bios* a quello della sua complessa auto-organizzazione e andando così oltre il meccanicismo materialistico, il vitalismo e, in ambito neurologico, il dualismo di stampo cartesiano, il paradigma scientifico che viene delineandosi resta comunque ancorato ad una visione fisicalista che spiega la complessità dei fenomeni vitali e cognitivi con la disposizione delle molecole che causano le reazioni chimiche³³. Tuttavia,

³² Cfr. A. R. Damasio, *L'errore di Cartesio*, Adelphi, Milano 2009¹¹, pp. 45-49.

³³ Il monismo materialista è riferito all'ambito scientifico; se si considera anche quello filosofico, allora nel periodo tra la prima metà del Settecento e la seconda metà dell'Ottocento abbiamo anche il monismo idealistico (o mentalistico). Per quanto queste due forme di monismo siano diverse, esse commettono lo stesso errore poiché "both try to eliminate something that really exists on its own right and cannot be reduced to something else" (J. R. Searle, *La mente*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2002, p. 3). Secondo il monismo menta-

come vedremo tra breve, a partire dalla fine del Settecento tale problematica viene esplorata con molta attenzione anche al di fuori di schemi troppo strettamente riduzionisti.

5. *Teleologia ed auto-organizzazione*

Il monismo materialista non è l'unica soluzione che viene adottata dalla comunità degli studiosi, tra la fine del Settecento e la prima metà dell'Ottocento, per spiegare i complessi processi di auto-organizzazione della vita. Emerge, nell'ambito della filosofia tedesca, una possibilità diversa, ovvero l'opportunità di realizzare un ancoraggio olistico sulla base non della concezione di una forza spirituale di stampo vitalista, bensì della nozione di finalità (significato) in quanto *forma formans*. Si tratta, in altre parole, dell'intuizione, da parte di filosofi come Kant ed Hegel, del principio teleologico di auto-organizzazione del *bios*, che dal Novecento in avanti risulterà fondamentale per quanto concerne le scienze dell'auto-regolazione.

La nozione di organizzazione, secondo Kant, non è concepibile senza un fine che si identifichi con la vita, un fine che non è più imposto dal di fuori, ma che, al contrario, trova la sua origine proprio all'interno dei processi di auto-organizzazione. Il filosofo tedesco applica la nozione fondamentale di sistema allo studio della vita, fornendo, altresì, una delle più efficaci definizioni di organismo che la storia del pensiero occidentale abbia mai elaborato:

“Per sistema intendo l'unità di molteplici conoscenze sotto un'idea. Questa idea è il concetto razionale della forma di un tutto, in quanto sia l'estensione del molteplice, sia la posizione reciproca delle parti, vengono determinate a priori da tale concetto. Il concetto scientifico della ragione contiene perciò il fine, e la forma di un tutto congruente con tale fine. L'unità del fine, cui si riferiscono tutte le parti (le quali, nell'idea di tale fine, si riferiscono altresì le une alle altre), fa sì che ci possiamo accorgere della mancanza di una qualsiasi parte dalla conoscenza delle altre, e che non abbia luogo alcuna addizione accidentale, o alcuna indeterminata quantità di perfezione, che non trovi i suoi limiti determinati a priori. Il tutto è quindi articolato (*articulatio*),

listico, infatti, esistono soltanto le nostre idee e l'universo è completamente mentale e spirituale.

e non ammucciato (*coacervatio*); esso può bensì crescere internamente (*per intussusceptionem*), ma non esternamente (*per oppositionem*): esso cioè è come un corpo animale, il cui crescere non aggiunge alcun membro, ma rende più forte e più efficiente per i suoi scopi ogni membro, senza alterare le proporzioni”³⁴.

È interessante qui la prospettiva olistica: nell’interpretazione della vita come un sistema ordinato, compare improvvisamente una finalità (una totalità ordinata) incompatibile con qualsiasi teoria vitalistica e che, risulta essere, tuttavia, regolata da un misterioso gioco accoppiato di vincoli (invarianza) e di possibilità (il divenire della molteplicità). L’idea di organizzazione, di totalità, quindi, esige di per sé una finalità nella misura in cui non è possibile scindere la struttura dal suo significato: “un prodotto organizzato della natura è quello in cui tutto è scopo e vicendevolmente anche mezzo. Niente in esso è gratuito, senza scopo, o da ascrivere ad un cieco meccanismo della natura”³⁵. L’organismo (da *organon* che in greco significa strumento) costituisce, quindi, quel sistema di organi (strumenti) in grado di auto-governarsi: nessuna forza esterna, ma soltanto la dinamica interna dell’essere stesso è responsabile dell’organizzazione della natura.

“In un tale prodotto della natura ogni parte, così come c’è soltanto mediante tutte le altre, è anche pensata come esistente in vista delle altre e del tutto, vale a dire come strumento [...] Solo allora e per ciò un tale prodotto potrà essere detto, in quanto essere organizzato e che si auto-organizza, uno scopo naturale”³⁶.

Un essere organizzato non è, dunque, semplicemente una macchina, poiché la macchina possiede soltanto una forza motrice, mentre l’organismo contiene in sé una forza *formatrice* e *regolatrice* che “plasma” i suoi stessi materiali costitutivi. Esiste pertanto negli esseri viventi una forza particolare che determina un cambiamento di forma e di movimento della materia, una forza che altera e distrugge lo stato di riposo chimico che tiene uniti gli elementi costitutivi delle sostanze alimentari di cui l’organismo si nutre. Sebbene Kant si sia abilmente smarcato dalle posizioni vitalistiche anticipando di fatto alcuni

³⁴ I. Kant, *Critica della ragion pura*, Adelphi, Milano 2001, p. 806.

³⁵ Id., *Critica della facoltà di giudizio*, Einaudi, Torino 1999, pp. 209-2010.

³⁶ Ivi, p. 207.

concetti che più tardi diverranno decisivi³⁷, all'inizio dell'Ottocento lo spirito vitale riveste una notevole importanza, poiché esplica una funzione nevralgica che la fisica attribuirà, circa mezzo secolo dopo, ai concetti di energia e di informazione. I sistemi viventi, infatti, oggi ci appaiono come la sede del triplice flusso di materia, di energia e di informazione (nozione fondamentale sulla quale torneremo più avanti). Alle sue origini, invece, la biologia è in grado di riconoscere solo l'esistenza di un flusso di materia, ricorrendo, in luogo degli altri due, ad una forza spirituale in grado di neutralizzare la forza di attrazione che agisce sulle molecole degli elementi chimici.

Con l'identificazione delle cellule come unità biologiche elementari di tutti i tessuti dell'organismo, avvenuta negli anni Quaranta dell'Ottocento per opera di due ricercatori tedeschi – il botanico M. Schleiden (1804-1881) ed il fisiologo T. Schwann (1810-1881) – viene inferto il colpo decisivo alle teorie vitalistiche e vengono gettate altresì le basi per la costruzione di un nuovo paradigma biomedico. Nelle *Mikroskopische Untersuchungen* del 1839, Schwann dà un fondamento sperimentale alla teoria cellulare di Oken: gli organismi viventi sono fatti di cellule e queste si formano non per precipitazione granulare o per cristallizzazione da un plasma indifferenziato, ma per divisione da cellule preesistenti. Così, la cellula non costituisce più soltanto il termine ultimo dell'analisi degli esseri viventi; essa, al contempo, diviene l'unità del vivente, l'individualità che ne racchiude in sé tutte le proprietà: il punto di partenza di qualsiasi sistema biotico. Il fisiologo tedesco, pertanto, prendendo in considerazione non più la composizione elementare degli esseri viventi, bensì le cause che ne determinano la nutrizione e la crescita (proprietà essenziali del *bios*), respinge una delle esigenze fondamentali del vitalismo. Se si adotta il punto di vista vitalista, infatti, si devono collocare le cause di questi due fenomeni nell'organismo unitariamente inteso. La combinazione delle molecole in una totalità genera una forza che fornisce al sistema vivente la capacità di prele-

³⁷ Mentre Liebig fondava la chimica organica studiando le funzioni del carbonio e dell'azoto, Wöhler sintetizzava nel 1831 l'urea, presente nell'urina: ecco dunque che un composto organico, elaborato da organismi viventi, era ottenuto a partire da materiale inorganico. La scoperta di Wöhler dimostrava vera l'intuizione di Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850), secondo cui tra sostanze inorganiche e organiche non esisteva una sostanziale differenza, e dimostrava fondata la tesi secondo cui la sintesi di composti organici, prodotti dai sistemi biologici, poteva avvenire senza l'intervento di alcuna "forza vitale".

vare i materiali che lo circondano e di trarne le componenti necessarie alla crescita di tutte le sue parti. Nessuna di queste, però, considerata isolatamente, possiede la capacità di nutrirsi e di crescere. Si può pensare, invece, che in ogni cellula le molecole siano disposte in modo da permettere alla cellula stessa di attrarre altre molecole e di crescere autonomamente. In questo caso, come hanno confermato tutte le osservazioni di Schwann condotte sulle piante e sugli animali, diviene possibile attribuire le proprietà del vivente non più al tutto, ma ad ognuna delle sue parti (ad ogni cellula) che possiede una “vita indipendente”.

Secondo tale prospettiva i sistemi biologici si auto-manipolano e performano nella misura in cui il sistema si costituisce come realtà autonoma; è qui che l'origine del significato relativo all'auto-organizzazione dello stesso sistema giunge a rivelarsi, sul piano oggettivo, come una proprietà emergente. Tale concetto è di fondamentale importanza oggi non solo in ambito biologico: si pensi ad esempio alla semantica generativa, una nuova teoria che nasce in ambito linguistico (quindi indipendentemente dalla biologia molecolare) verso la fine degli anni Settanta del Novecento. La vecchia teoria chomskyana della sintassi che aveva dominato il mondo della linguistica ed in parte quello della filosofia (legato al cartesianismo) cambia radicalmente e, naturalmente, con essa cambiano anche i metodi che vengono messi in atto. Ecco quindi delinearsi di un'osmosi continua tra le scienze che mette in luce, però, quanto il gioco della conoscenza sia, per certi versi, ricorsivo: in ambito filosofico, infatti, con la sua *logica del concreto*, è Hegel, sotto certi aspetti, ad anticipare il concetto di vita inteso come un processo costante di auto-creazione della finalità³⁸ e, più in generale, quello di complessità biologica. Egli, in una delle opere più importanti della storia della filosofia così scrive:

“Il concetto della vita, ossia la vita universale, è l'idea immediata, il concetto, cui l'oggettività sua è adeguata. Ma questa gli è adeguata solo in quanto esso è l'unità negativa di questa exteriorità, vale a dire in quanto se la pone come adeguata. Il riferimento infinito del concetto a se stesso è come negatività il proprio determinarsi, il dirimersi di sé in sé come individualità soggettiva e in sé come universalità indifferente. L'idea della vita nella sua immediatezza è soltanto l'anima creatrice universale. A cagione di questa immedia-

³⁸ Cfr. H. Atlan, (1985), *Complessità, disordine e auto-creazione del significato*, in Bocchi e Ceruti, (a cura di), *La sfida della complessità*, Mondadori, Milano 2007, pp. 134-154.

tezza la prima negativa relazione dell'idea dentro se stessa è il suo proprio determinarsi qual concetto, – il porre in sé che solo come ritorno in sé è esser per sé, il presupporre creatore. Per mezzo di questo suo proprio determinarsi la vita universale è un particolare [...]. L'uno è l'unità del concetto e della realtà, che è l'idea, come quell'unità immediata che si mostrò dinanzi quale oggettività. [...] Quanto al contenuto questa oggettività è la totalità del concetto, la quale però ha di contro a sé la soggettività o unità negativa di quello, soggettività o unità negativa che costituisce la vera centralità, cioè la libera unità di esso con se stesso. Questo soggetto è l'idea nella forma della singolarità come semplice, ma negativa identità con sé, l'individuo vivente. Il concetto contiene nella semplicità sua la determinata exteriorità qual semplice momento in sé racchiuso [...] la realtà assoggettata allo scopo, il mezzo immediato, anzitutto l'oggettività qual predicato del soggetto; ma inoltre essa è anche il termine medio del sillogismo; la corporalità dell'anima è quello per cui essa si conclude coll'oggettività esteriore. – La corporalità il vivente l'ha anzitutto come la realtà immediatamente identica col concetto; l'anima ha pertanto la corporalità in generale dalla natura”³⁹.

Stando così le cose, dunque, possiamo a ragione dire, tornando ad analizzare l'ambito biologico, che a partire dalla metà dell'Ottocento risulta chiaro come le complesse interazioni tra le diverse funzioni di auto-organizzazione della cellula, in base alla continua relazione col mondo esterno, costruiscano l'organismo attraverso la costante realizzazione di nuovi significati. Nel corso del Novecento il concetto di auto-organizzazione strettamente connesso a quello di significato verrà, come vedremo, ad essere rivisitato ed inserito (grazie anche ad alcune fondamentali scoperte in ambito fisico, chimico, biologico e logico) in una nuova sintesi teorica, mediante la quale sarà possibile studiare fenomeni complessi come la vita, la cognizione e l'organizzazione sociale sulla base di strumentazioni tecniche e modellazioni matematiche prima impensabili, le quali giocheranno un ruolo decisivo nell'elaborazione di quel nuovo paradigma che oggi in ambito epistemologico viene definito come teoria della complessità, una teoria della conoscenza le cui basi possono essere rintracciate proprio in quella temperie scientifica e culturale che ha visto come uno dei suoi centri propulsori la Germania di inizio Ottocento.

³⁹ F. Hegel, *Scienza della logica*., tomo II, Laterza, Roma-Bari 1996, pp. 868-69.

6. *Significato e informazione biologica*

Se, come sostiene il monismo materialista, la mente è soltanto un insieme di particelle materiali, allora ad essa può essere applicata la famosa ipotesi del *demone di Laplace* (1776), secondo cui lo stato attuale del sistema della natura consegue evidentemente da quello che era all'istante precedente: se si immagina una intelligenza che ad un istante dato comprenda tutte le relazioni tra le entità di questo universo, essa potrebbe conoscere le rispettive posizioni, i moti e le disposizioni generali di tutte quelle entità in qualunque istante del passato e del futuro. Laplace propone un esperimento mentale interessante. Immaginiamo, diceva, che esista il modo di misurare la posizione e la velocità di tutte le particelle dell'universo. È possibile immettere queste misure dentro il telaio matematico delle equazioni di Newton e trarne il tessuto con il disegno dall'intero universo, passato, presente e futuro – mente compresa. Naturalmente Laplace sapeva bene che tale ipotesi sfiora il *crash* computazionale; quando il numero di particelle è molto alto, infatti, come ad esempio nella teoria dei gas, bisogna ricorrere alla probabilità e alla statistica. Ogni irriducibilità della mente alla materia, ogni imprevedibilità è dunque soltanto l'espressione di una difficoltà pratica e non richiede per lo scienziato francese, e i suoi eredi contemporanei, alcuna ipotesi aggiuntiva. Dal Seicento a metà Ottocento il dibattito sul rapporto mente/corpo è un continuo oscillare tra accettazione e rifiuto del materialismo con un certo numero di posizioni intermedie.

Una rivoluzione copernicana, vera antesignana della moderna scienza cognitiva, fu l'idea di Kant di assegnare alle categorie mentali il ruolo di “strutture organizzative” delle nostre percezioni, operando così una sintesi tra empirismo e razionalismo e dando alla mente un ruolo centrale nella descrizione del mondo. Se spazio e tempo sono il nostro modo di percepire il mondo tramite i “canali” delle categorie mentali, è pur vero che per evitare l'idealismo, che metterebbe a repentaglio la possibilità di una descrizione scientifica della mente, è necessario ammettere l'esistenza di un mondo esterno di cui la mente dà una rappresentazione fenomenica poiché in esso situata. Come abbiamo visto, tra il Settecento e l'Ottocento tale radicamento comincia ad essere indagato sperimentalmente e, grazie ai geniali contributi di A. von Haller e F. G.

Gall, si cominciano ad ipotizzare complesse correlazioni tra facoltà cognitive e aree del cervello. Tuttavia, da un punto di vista evolutivo, una critica che si potrebbe muovere al sistema kantiano consiste nel fatto che non spiega come si siano formate le categorie⁴⁰. Giungiamo così a quella che potrebbe essere considerata come la domanda ineludibile del dibattito attuale sull'essenza della mente: in quale relazione stanno mente e materia?

Per descrivere i processi di auto-organizzazione e i fenomeni emergenti (come la vita e la mente), oggi la strategia che sembra più efficace consiste nel fare riferimento all'informazione. Il concetto di informazione, fin dalla sua formulazione matematica ad opera di C. Shannon come studio delle sequenze di simboli trasmesse su un canale tra un emittente E e un ricevente R , è uno dei più fecondi della scienza moderna. Nella definizione formale proposta da Shannon l'interesse è centrato sugli aspetti sintattici, senza alcun riferimento al significato delle sequenze scambiate tra E ed R ⁴¹. Questa situazione, anche se semplificata, consente di delineare una connessione importante con un concetto chiave nello studio dei sistemi fisici: l'entropia di Boltzmann. Tale grandezza termodinamica misura il "disordine" di un sistema fisico mediante l'indebolimento delle correlazioni energetiche interne. L'aumento di entropia misura il passaggio da uno stato in cui le molecole sono energeticamente vincolate ad una precisa struttura spaziale, ad un altro in cui sono libere. Nello stato finale (asintotico) c'è più omogeneità e meno struttura. Il passaggio ad uno stato di maggiore entropia può essere descritto come l'aumento del numero di configurazioni microscopiche e una conseguente perdita di struttura macroscopica a causa della minore correlazione energetica (aumento di disordine). Uno dei problemi fondamentali della scienza, irrisolvibile all'interno del paradigma meccanicistico newtoniano, è quello di comprendere come la tendenza al disordine sia compensata dalla nascita e dallo sviluppo di nuovi livelli di organizzazione. Esiste un rapporto inverso tra informazione ed entropia, che getta un ponte tra la nozione di organizzazione di un sistema ed il suo grado di informazione⁴². La complessità dei processi biologici e cognitivi ri-

⁴⁰ Cfr. I. Licata, *La logica aperta della mente*, Codice Edizioni, Torino 2008, pp. 9-10.

⁴¹ Cfr. C. Shannon, *A Mathematical Theory of Communication*, in "The Bell System Technical Journal", 27 (1948), pp. 379-423 e 623-656.

⁴² Cfr. H. Haken, *Information and Self-Organization: A Macroscopic Approach to Complex Systems*, Springer, 2006.

chiede però una misura dell'informazione ancora più complessa, capace di evolvere utilizzando più codici e modificando i propri domini semantici⁴³. Una teoria esclusivamente sintattica dell'informazione risulta dunque insufficiente per descrivere i processi cognitivi⁴⁴.

La complessità inizia con i sistemi caotici, sistemi costituiti da poche particelle ma i cui processi retti da equazioni molto semplici possono mostrare comportamenti al limite dell'impredicibile come, per esempio, il flusso di un rubinetto o il problema dei tre corpi in interazione gravitazionale. In tali casi è la non-linearità del sistema, dipendente dal modo in cui interagiscono i componenti, a rendere questi sistemi non aggredibili dai metodi matematici tradizionali. In un tipico processo caotico è impossibile fare previsioni sullo stato futuro del sistema, ma si tratta comunque di automi deterministici in cui può essere calcolato ad ogni istante l'andamento dinamico dello stesso sistema⁴⁵. In questi ultimi anni si è sviluppata una nuova fisica dell'emergenza, il cui compito è proprio quello di indagare le gerarchie intrecciate dell'evoluzione dei sistemi complessi. La nozione di emergenza si è sviluppata con lo studio delle transizioni di fase e dei processi collettivi⁴⁶, fornendo potenti strumenti matematici che hanno consentito di fare luce finalmente sull'annosa questione epistemologica relativa ai rapporti tra mente e mondo⁴⁷. Una comprensione dei processi cognitivi, infatti, oggi richiede un nuovo tipo di spiegazione scientifica in cui l'obiettivo non è più la riduzione a componenti fondamentali e la stretta predicibilità degli eventi. Essa consiste piuttosto nel cercare le condizioni in cui un processo può effettivamente emergere.

“L'idea centrale è che più un sistema è complesso più aumentano le prospettive da cui può essere osservato, mostrando aspetti e livelli organizzativi che non possono essere scomposti tra loro in modo netto e risolti da un singolo modello basato su quella equazione fondamentale così importante nei si-

⁴³ Cfr. G. Minati, E. Pessa, M. Abram, *Processes of Emergence of Systems and Systemic Properties: Towards a general Theory of Emergence*, World Scientific, 2008.

⁴⁴ Cfr. A. Carsetti, *Randomness, Information and Meaningful Complexity: Some Remarks About the Emergence of Biological Structures*, in “La Nuova Critica”, 36, 2000, pp. 47-109.

⁴⁵ Cfr. I. Licata, *Complessità. Un'introduzione semplice*, duepunti edizioni, Palermo 2011, pp. 81-86.

⁴⁶ Cfr. M. Di Bernardo, *I sentieri evolutivi della complessità biologica nell'opera di S. A. Kauffman*, Mimesis, Milano 2011, pp. 71-99 e 136-165.

⁴⁷ Cfr. I. Licata, *La logica aperta della mente*, cit., p. XIII.

stemi tradizionali della fisica. La complessità richiede all'osservatore una pluralità di approcci di indagine, nessuno dei quali di per sé fornisce una spiegazione definitiva”⁴⁸.

In questo modo l'osservatore e le sue strategie cognitive diventano parte integrante della teoria e l'unità cercata tra fisica e cognizione si realizza in un progetto epistemologico sulle relazioni dialogiche tra l'osservatore e l'osservato. La computazione di Turing, il modello del computer digitale, è astratta ed incorporea, mentre la computazione naturale (informazione biologica) considera l'elaborazione dell'informazione un processo strettamente connesso alla struttura fisica del sistema che computa. In accordo con Licata, in questi sistemi ad alta apertura logica compare un dominio cognitivo, ossia la capacità di produrre e gestire informazione in modo autonomo e generalmente irriducibile ad un singolo modello formale (emergenza semantica). Occorre, in questo senso, andare oltre la caratterizzazione data da Shannon del concetto di informazione. La nostra capacità di arrivare a distinguere microstati atti a dar conto dell'articolarsi di una funzione-entropia associata a specifici vincoli regolatori a carattere biologico, può permetterci di delineare una spiegazione, in generale, dei processi di soglia e di auto-organizzazione propri dei sistemi cognitivi. Occorre, in altre parole, rendersi conto, innanzitutto, che non è possibile calcolare l'informazione biologica così come avviene per il caso della trasmissione dei segnali. Non possiamo confondere eventi macroscopici o macrostati con microstati. È necessario, al contrario, individuare i livelli della informazione profonda, là dove si nascondono i vincoli regolatori; è necessario, altresì, dar ragione del rapporto che lega l'osservatore alla sorgente ed in particolare del nesso che intercorre tra i vari livelli a cui si disloca il contenuto informazionale.

Qui informazione non vuol dire solo un messaggio che si propaga su un supporto, bensì attualità, capacità di informare mediante una forma, facendo calare nella materia non solo un'informazione, ma attualizzando quella materia stessa, perché sia ciò che deve essere. L'universo è un universo di forme, un mondo dove l'informazione è irriducibile alla materia (intesa come massa + energia), ma anche si attualizza nella materia e “fa essere” la materia. Tutto ciò non scaturisce da riflessioni metafisiche, bensì dipende dalla chimica, dalla fisica e dalla matematica: i sistemi biologici sono sistemi complessi, non lineari

⁴⁸ Ibidem.

(impredicibili), dissipativi (che scambiano energia con l'esterno), capaci di *generare informazione* (dal caos si genera l'ordine⁴⁹). Nelle dinamiche caotiche, infatti, è possibile separare i flussi energetici da quelli informativi, reciprocamente indipendenti⁵⁰; inoltre, in funzione del differente livello qualitativo della stessa informazione, la complessità con cui si ha a che fare quando si studiano i processi cognitivi è di un ordine ancora più elevato rispetto a quella dei sistemi caotici⁵¹. Per questa ragione la concezione di complessità organizzata – così come elaborata dalla biomedicina di fine Settecento e della prima metà dell'Ottocento –, propria dei fenomeni vitali e cognitivi, da un lato non riducibile ad un materialismo meccanicistico e dall'altro non ascrivibile ad una forza spirituale, ma senza dubbio ispirata ad una visione “fisicalista”, viene oggi ad essere rivisitata in virtù di nuovi concetti – incompletezza, incomputabilità, emergenza, non linearità e informazione – in grado di mettere in scacco il riduzionismo materialistico di Cabanis e De Tracy ed il determinismo laplaciano, introducendo altresì nell'ambito del *mind/body problem* la fondamentale nozione di *meaningful complexity* intrinsecamente connessa con una informazione non unicamente estensionale o sintattica, ma di natura intenzionale⁵². E' questa, dunque, una delle idee centrali per una mente *embodied*, inserita in un organismo che è in continua evoluzione nella rete dei processi naturali. L'attività cognitiva si delinea come “un processo circolare in cui la definizione di un singolo piano di conoscenza esplica inevitabilmente una pluralità di livelli che rimettono in discussione la completezza di ogni rappresentazione del mondo”⁵³. La logica aperta dei sistemi viventi trasforma questa incompletezza nella risorsa vitale della pluralità emergente delle strategie cognitive.

⁴⁹ Cfr. I. Prigogine, I. Stengers, *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*, Bantam Books, Toronto 1988; G. Nicolis, I. Prigogine, *Exploring Complexity*, New York 1989.

⁵⁰ Cfr. R. Shaw, *Strange Attractors, Chaotic Behavior and Information Flow*, in “Z. Naturforsch.”, 36a, 1981, pp. 80-112.

⁵¹ Cfr. I. Licata, A. Sakaji, *Physics of Emergence and Organization*, World Scientific, 2008.

⁵² Cfr. A. Carsetti (a cura di), *Causality, Meaningful Complexity and Embodied Cognition*, Springer 2009, pp. 283-300; H. Atlan, *Intentional Self-Organization. Emergence and Reduction. Towards a Physical Theory of Intentionality*, in “Thesis Eleven”, 52, 1998, pp. 5-34.

⁵³ I. Licata, *op. cit.*, p. XVII.

7. *La mente embodied: approccio sistemico e teoria della complessità*

Le attuali direzioni di ricerca sulle funzionalità del cognitivo, come abbiamo visto, in senso lato tendono ormai, già dalla fine del secolo scorso, ad allontanarsi dalla matrice computazionale che le ha originariamente generate per avvicinarsi, sempre più, ad una interpretazione della mente (e del cognitivo che le è proprio) come “incarnata”, situata e distribuita⁵⁴. Una mente che non risiede più solo nell’individuo, ma anche negli individui, nei contesti che vivono e che trasformano; una mente che in se stessa non è più studiabile separatamente ma in modo sempre integrato considerando l’unità dinamica delle sue parti che la correlano al cervello, al corpo, e la rendono, insieme ad essi, organismo, così come organismica è da considerarsi la sua situazione sinergica e interattiva con l’ambiente, che la include, la comprende e, nello stesso tempo, la specifica e la distingue. Di conseguenza l’idea secondo cui un agente cognitivo sia qualcosa di centralizzato e unificato (la nozione di “localizzazione” della frenologia) è stata sostituita dal concetto di un sé “dis-unificato”. I moduli, infatti, non sono comprensibili all’esperienza cognitiva e sono privi di possibilità di accesso alla consapevolezza e all’introspezione. Da qui emerge che il sé cognitivo non è rappresentato da una totalità, ma da una serie di unità emergenti di questa rete “dis-unificata” (la psico-fisiologia di Cabanis ha anticipato la storia). Il processo cognitivo, dunque, si pone ora come emergenza di forma e non più come messa in forma. È morfogenesi, non più morfonorma. È imprevedibilità, non più programmazione. È euristica, non più algoritmica. È processo, non risultato. La ricerca scientifica deve, quindi, andare nella direzione di una globalità in cui non prevalga il cognitivo sul relazionale ma in cui, viceversa, il canale relazionale si faccia partecipe di operazioni strategiche, di organizzazione e di selezione della massa informazionale. Mai come oggi, dunque, il problema della conoscenza è un problema della persona con la sua storia, la sua coscienza, con il suo *logos* ma anche con il suo *eros* e mai come oggi il problema della conoscenza è problema altamente complesso. Il contributo fondamentale di una teoria della informazione biologica all’epistemologia consiste nel descrivere in termini del tutto generali il rapporto tra osservatore e osservato come un processo intenzionale adattivo e co-

⁵⁴ Cfr. A. Carsetti, *Embodiment Processes and Intentional Complexity*, in “La Nuova Critica”, 53-54 (2009), pp. 103-122.

evolutivo, in cui la capacità di costruire modelli del mondo appare come una ricerca di connessioni ad un grado sempre più ampio di apertura. In tal senso, la teoria della complessità è una “teoria del tutto” in un senso molto più ambizioso di quella dei fisici, poiché permette di inquadrare in un unico schema logico i rapporti tra mente e mondo, e costituisce il nucleo formale di una nuova *Physis* in grado di comprendere mente e materia come elementi dinamici di uno scenario unitario di cui la *Scienza della logica* di Hegel ne è, a nostro avviso, la forma ancestrale⁵⁵.

In questi ultimissimi anni, dunque, le scienze cognitive, la neurobiologia, la meccanica quantistica, la bio-matematica e la bioinformatica, da un lato, e la semantica funzionale, la semantica non standard e la dinamica simbolica, dall'altro, hanno condotto all'apertura progressiva di nuovi e fruttuosi orizzonti della ricerca anche per quanto concerne l'ambito della teoria della complessità, ossia lo studio interdisciplinare dei sistemi complessi adattativi (sistemi naturali e biologici) e dei fenomeni emergenti ad essi associati, la cui articolazione, è venuta ampliandosi – grazie al notevole contributo di studiosi come Prigogine, Maturana, Varela, Freeman, Kauffman, Atlan e Carsetti – non riferendosi più alla semplice disamina di fenomeni dissipativi di stampo markoviano, fino a considerare fenomeni di elaborazione e di trasformazione accoppiata dell'informazione presenti al livello del costituirsi successivo di un sistema biologico di elaborazione dell'informazione stessa. Così al riduzionismo e al determinismo si affianca una visione olistica che non affonda le proprie radici nello spirito vitale, bensì nella matematica stessa, in cui i sistemi biologici non sono più né equivalenti alla somma delle loro parti, né determinabili in base alle sole condizioni iniziali. I sistemi viventi, infatti, come afferma Carsetti, sono caratterizzati dal fatto che ciò che si auto-organizza al loro interno è la funzione stessa che li determina con il loro significato. Qui possiamo riconoscere con esattezza quel particolare intreccio di complessità, auto-organizzazione, intenzionalità ed emergenza che caratterizza le forme naturali dell'attività cognitiva di ogni sistema vivente. In questo contesto, dunque, lo studio dei meccanismi di trasmissione dell'informazione, che sono alla base dei processi di auto-organizzazione della mente, vengono aggrediti attraverso nuovi modelli matematici non più riconducibili agli strumenti offerti dalla tradizionale teoria dell'informazione di Shannon, all'algebra di Boole, a

⁵⁵ G. Gembillo, *Le polilogiche della complessità*, Le Lettere, Firenze 2008.

quella di Halmos e ai processi di Markov. Una medicina che voglia andare oltre il riduzionismo empirico, pertanto, dovrebbe porre a tema l'informazione profonda, ovvero quella funzione creatrice ed organizzatrice che risponde ad una matematica per tanti aspetti ancora inedita, in grado di dare ragione di quei fenomeni altamente complessi, non prevedibili e non ancora oggetto di misurabilità compiuta. Secondo Atlan, i modelli di auto-organizzazione consentono di vedere negli organismi viventi non più una sorta di automi diretti da un programma determinista fornito dall'esterno, alla maniera dei *computers* attuali, bensì dei sistemi auto-organizzatori i cui principi stanno iniziando a diffondersi nelle ricerche nel campo dell'intelligenza artificiale. L'aspetto più importante dei fenomeni di auto-organizzazione è la creazione di nuovi significati nell'informazione trasmessa da una parte a un'altra parte dell'organismo, oppure da un livello di organizzazione a un altro livello di organizzazione. Perché dunque una disorganizzazione sia in grado di produrre una riorganizzazione, è necessario che si trasformi il significato delle relazioni fra le parti. È questo il motivo per cui la questione della creazione dei significati si trova al centro dei fenomeni di auto-organizzazione.

Dal punto di vista di questa nuova epistemologia, il problema della coscienza e della sua comprensione va molto oltre il piano esclusivamente neurofisiopatologico. Tuttavia, proprio le nuove tecniche di *imaging* funzionale dello stato di minima coscienza, in questi ultimissimi anni, stanno offrendo importanti spunti di riflessione per ciò che concerne la questione relativa, a livello della modulazione primaria del codice semantico proprio della mente umana, alla genesi della cognizione e al complesso rapporto tra linguaggio, significato, memoria, apprendimento ed intenzionalità. Nell'articolo dal titolo *Residual auditory function in persistent vegetative state: a combined PET and fMRI study*, Owen e colleghi hanno recentemente sviluppato una procedura di *imaging* per la valutazione delle risposte volontarie nei pazienti in stato vegetativo e in stato di minima coscienza che supera le ambiguità dei metodi precedenti⁵⁶. La "zona grigia" tra gli stati ora accennati riflette una condizione intermedia nella quale il paziente può acquisire una discreta risposta del circuito sensitivo motorio di sistemi cerebrali molto limitati che tuttavia, nonostante reagiscano a stimoli ambientali, non possono riflettere consapevolezza

⁵⁶ Cfr. A. N. Owen et al., *Residual auditory function in persistent vegetative state: a combined PET and fMRI study*, in "Neuropsychol Rehabil", 15 (2005), pp. 290-306.

o potenzialità di successivo recupero. È qui allora che gli attuali risultati delle ricerche neuro-fisiologiche e neuro-psicologiche sullo statuto della coscienza e sul rapporto tra memoria, identità e cognizione possono essere rivisitati, interpretati e contestualizzati alla luce di quelle nuove categorie offerte da altri campi di studio come, ad esempio, la teoria dell'auto-organizzazione, la teoria della *meaningfull complexity*, nonché gli studi nell'ambito della *symbolic dynamics*, che in questi ultimissimi anni hanno svolto un ruolo importante per ciò che concerne i tentativi in atto volti a delineare una prima ricostruzione, in senso simulativo, di quei processi di emergenza continua di nuove strutture del significato che caratterizzano l'articolarsi successivo delle procedure proprie del ragionamento umano e, in generale, della attività cognitiva⁵⁷. In altre parole, se la medicina attuale vuole fare i conti fino in fondo con i processi profondi di auto-organizzazioni propri della vita e della mente, deve interfacciarsi con quegli studi relativi all'individuazione di nuove misure dell'informazione che, oggi più che mai, esortano ad abbandonare alcune tecnologie basate unicamente su metodologie ispirate al riduzionismo materialistico. Quelle metodologie le cui premesse possono essere rintracciate nell'orizzonte storico che questo articolo ha cercato di indagare.

⁵⁷ A. Carsetti, (a cura di), *Seeing, Thinking and knowing. Meaning and Self-Organisation in Visual Cognition and Thought*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2004, pp. 307-330.