

MARIO DE PAOLI

L'EVOLUZIONE DELLE SPECIE SEMIOTICHE

BIOLOGIA DELL'EVOLUZIONE, SEMIOTICA E INFORMAZIONE QUANTISTICA



aracne

I SAGGI DI LEXIA

54

Direttori

Ugo VOLLI

Università degli Studi di Torino

Guido FERRARO

Università degli Studi di Torino

Massimo LEONE

Università degli Studi di Torino

Aprire una collana di libri specializzata in una disciplina che si vuole scientifica, soprattutto se essa appartiene a quella zona intermedia della nostra enciclopedia dei saperi — non radicata in teoremi o esperimenti, ma neppure costruita per opinioni soggettive — che sono le scienze umane, è un gesto ambizioso. Vi potrebbe corrispondere il debito di una definizione della disciplina, del suo oggetto, dei suoi metodi. Ciò in particolar modo per una disciplina come la nostra: essa infatti, fin dal suo nome (semiotica o semiologia) è stata intesa in modi assai diversi se non contrapposti nel secolo della sua esistenza moderna: più vicina alla linguistica o alla filosofia, alla critica culturale o alle diverse scienze sociali (sociologia, antropologia, psicologia). C'è chi, come Greimas sulla traccia di Hjelmslev, ha preteso di definirne in maniera rigorosa e perfino assiomatica (interdefinita) principi e concetti, seguendo requisiti riservati normalmente solo alle discipline logico-matematiche; chi, come in fondo lo stesso Saussure, ne ha intuito la vocazione alla ricerca empirica sulle leggi di funzionamento dei diversi fenomeni di comunicazione e significazione nella vita sociale; chi, come l'ultimo Eco sulla traccia di Peirce, l'ha pensata piuttosto come una ricerca filosofica sul senso e le sue condizioni di possibilità; altri, da Barthes in poi, ne hanno valutato la possibilità di smascheramento dell'ideologia e delle strutture di potere... Noi rifiutiamo un passo così ambizioso. Ci riferiremo piuttosto a un concetto espresso da Umberto Eco all'inizio del suo lavoro di ricerca: il "campo semiotico", cioè quel vastissimo ambito culturale, insieme di testi e discorsi, di attività interpretative e di pratiche codificate, di linguaggi e di generi, di fenomeni comunicativi e di effetti di senso, di tecniche espressive e inventari di contenuti, di messaggi, riscritture e deformazioni che insieme costituiscono il mondo sensato (e dunque sempre sociale anche quando è naturale) in cui viviamo, o per dirla nei termini di Lotman, la nostra semiosfera. La semiotica costituisce il tentativo paradossale (perché autoriferito) e sempre parziale, di ritrovare l'ordine (o gli ordini) che rendono leggibile, sensato, facile, quasi "naturale" per chi ci vive dentro, questo coacervo di azioni e oggetti. Di fatto, quando conversiamo, leggiamo un libro, agiamo politicamente, ci divertiamo a uno spettacolo, noi siamo perfettamente in grado non solo di decodificare quel che accade, ma anche di connetterlo a valori, significati, gusti, altre forme espressive. Insomma siamo competenti e siamo anche capaci di confrontare la nostra competenza con quella altrui, interagendo in modo opportuno. È questa competenza condivisa o confrontabile l'oggetto della semiotica.

I suoi metodi sono di fatto diversi, certamente non riducibili oggi a una sterile assiomatica, ma in parte anche sviluppati grazie ai tentativi di formalizzazione dell'École de Paris. Essi funzionano un po' secondo la metafora wittgensteiniana della cassetta degli attrezzi: è bene che ci siano cacciavite, martello, forbici ecc.: sta alla competenza pragmatica del ricercatore selezionare caso per caso lo strumento opportuno per l'operazione da compiere.

Questa collana presenterà soprattutto ricerche empiriche, analisi di casi, lascerà volentieri spazio al nuovo, sia nelle persone degli autori che degli argomenti di studio. Questo è sempre una condizione dello sviluppo scientifico, che ha come prerequisito il cambiamento e il rinnovamento. Lo è a maggior ragione per una collana legata al mondo universitario, irrigidito da troppo tempo nel nostro Paese da un blocco sostanziale che non dà luogo ai giovani di emergere e di prendere il posto che meritano.

Ugo Volli

Classificazione Decimale Dewey:

575 (23.) GENETICA ED EVOLUZIONE ORGANICA

MARIO DE PAOLI

L'EVOLUZIONE DELLE SPECIE SEMIOTICHE

BIOLOGIA DELL'EVOLUZIONE, SEMIOTICA
E INFORMAZIONE QUANTISTICA





©

ISBN
979-12-218-1268-8

PRIMA EDIZIONE
ROMA 10 MAGGIO 2024

INDICE

11 *Introduzione*

Parte I

Biologia dell'evoluzione, semiotica e informazione quantistica

19 **Capitolo I**

Biologia dell'evoluzione e semiotica

1.1. Il prolungamento delle specie biologiche nelle specie semiotiche, 19 –
1.2. Gli equilibri punteggiati come carattere comune all'evoluzione biologica
e semiotica, 23 – 1.3. La combinazione di exaptation e adaptation nelle
gerarchie dell'evoluzione biologica e semiotica, 25 – 1.4. La complementarità
fra genealogia ed economia nelle gerarchie biologiche e semiotiche, 29

33 **Capitolo II**

Linguaggio fonetico, semiotica e linguaggio onirico

2.1. La gerarchia delle funzioni del linguaggio, 33 – 2.2. La gerarchia delle
categorie dei segni e i tre tipi di inferenze, 37 – 2.3. Selezione nel codice
e combinazione nel contesto. Il quadrato semiotico e i poli metaforico e
metonimico, 40 – 2.4. La correlazione fra il linguaggio fonetico lineare e il
linguaggio visuo-spaziale dei sogni, 43 – 2.5. La dialettica dei tre principali
livelli di coscienza e il cinema, 47 – 2.6. L'evoluzione del linguaggio per
mutazione fonetica e analogia grammaticale, 49

55 **Capitolo III**

Biosemiotica e informazione quantistica

3.1. Semiotica e meccanica quantistica, 55 – 3.2. Gli esseri viventi come agenti semiotici, 57 – 3.3. Filogenesi e ontogenesi nel comportamento animale, 60 – 3.4. La biosemiotica e i demoni di Maxwell: selezione dell'informazione nell'evoluzione biologica, 64 – 3.5. Cognizione quantistica e informazione quantistica, 70 – 3.6. La biosemiotica quantistica e la dinamica dei sistemi aperti, 73

Parte II

Evoluzione sociale e sviluppo individuale della semiosi umana

81 **Capitolo IV**

I sistemi genealogici delle comunità di villaggio

4.1. I tre livelli della comunicazione sociale. I sistemi genealogici delle comunità di villaggio, 81 – 4.2. La donna come valore e la sua alienazione nello scambio sociale. La regola di reciprocità e l'organizzazione dualistica, 83 – 4.3. Il pensiero analogico delle classificazioni totemiche e il bricolage dei miti. L'identificazione fra uomo e natura, 86 – 4.4. La convertibilità fra livelli semiotici nell'omologia fra cultura e natura. La discontinuità nell'interazione fra soggetto e oggetto, 90

95 **Capitolo V**

L'evoluzione dei sistemi economici delle civiltà urbane

5.1. I sistemi economici delle civiltà urbane e la storia. La divisione del lavoro e la gerarchia sociale, 95 – 5.2. Proprietà privata e scambio. Il valore sociale di un bene materiale e la sua alienazione nel valore d'uso. Il capitalismo commerciale, 97 – 5.3. La logica della proprietà privata e il finalismo. Il limite e l'infinita divisibilità delle grandezze geometriche, 101 – 5.4. Il valore sociale del lavoro e la sua alienazione nel valore di scambio. Il capitalismo industriale e finanziario, 104 – 5.5. Causalità effettuale e progettualità. L'algebrizzazione della geometria e l'analisi infinitesimale, 108

113 **Capitolo VI**

Lo sviluppo individuale della semiosi umana

6.1. La base neurale della semiosi individuale, 113 – 6.2. La messa in scena di una relazione immaginaria fra gli attanti Sé e Altro, 116 – 6.3. La messa in

scena di una relazione simbolica fra gli attanti Sé, Altro e Oggetto di valore, 118 – 6.4. La prescrizione attuata dalle onde alfa e l'alternanza dei ritmi alfa prefrontale e postparietale, 122

125 Capitolo vii

Un modello matematico della semiosi umana

7.1. Un modello matematico dei livelli di coscienza, 125 – 7.2. La biforcazione di tre stati ordinati di polarizzazione macroscopica del sé: un'approssimazione adiabatica di campo medio, 129 – 7.3. Gli hub e i parametri di controllo del default-reorienting network: la dinamica dell'auto-organizzazione del sé, 134 – 7.4. Un isomorfismo fra il modello di biforcazione e un modello quantistico, 138 – 7.5. La perdita attanziale nelle psicosi e l'assemblaggio del default-reorienting network, 142 – 7.6. Il principio dell'inerzia mentale, 148

149 *Bibliografia*

INTRODUZIONE

Questo saggio è il risultato di lunga serie di ricerche sulla struttura e l'evoluzione della semiosi nei sistemi complessi sociali, psicologici e biologici. Queste mie ricerche hanno avuto inizio con l'esigenza di superare i limiti della critica marxiana dell'economia politica e di affrontare i due problemi cruciali della *sintesi sociale* e della *genesì sociale* nella costituzione e nell'evoluzione delle società umane. In due brevi saggi dal titolo *Genetica delle società umane* e *L'educazione come processo produttivo* (Agaragar n. 1 e n. 2, 1970), mi sono posto il problema della genesi sociale umana. Data la forte dipendenza dalle cure parentali e una rimarchevole capacità di apprendere tramite l'esperienza, l'evoluzione biologica della specie uomo si prolunga in un'evoluzione sociale mediata da un processo educativo. Un sistema di segni che media socialmente la relazione uomo-natura diviene così un 'codice genetico' di specifiche società umane che ho in seguito definito 'specie semiotiche'. Un'ipotesi simile, del *prolungamento* dell'evoluzione biologica nell'evoluzione sociale, veniva formulata dal biologo evoluzionista Stephen Gould in un saggio del 1977 dal titolo *Ontogeny and Phylogeny*.

In *Economia commerciale e linguaggio razionale: denaro e logos* (Agaragar n. 3, 1971), mi sono poi posto il problema della sintesi sociale, evidenziando una corrispondenza biunivoca fra strutture (isomorfismo) nell'evoluzione parallela di determinazioni formali dell'economia politica e del linguaggio razionale nella società greca classica. Una correlazione simile fra economia e linguaggio nella polis greca era stata

evidenziata dal filosofo Sohn–Rethel in un saggio del 1970, pubblicato in Italia nel 1977 con il titolo *Lavoro intellettuale e lavoro manuale: per la teoria della sintesi sociale*.

Il saggio si divide in due parti: la prima parte, *Biologia dell'evoluzione, semiotica e informazione quantistica*, è più teorica; la seconda parte, *Evoluzione sociale e sviluppo individuale della semiosi umana*, è più applicativa. La prima parte comprende tre capitoli. Nel Capitolo 1, dal titolo *Biologia dell'evoluzione e semiotica*, applico le recenti scoperte della biologia dell'evoluzione alle mie ricerche iniziali sull'evoluzione delle società umane, intese come specie semiotiche, e sull'isomorfismo fra i diversi livelli semiotici della gerarchia sociale, per delineare gli aspetti salienti del prolungamento dell'evoluzione biologica nell'evoluzione della semiosi sociale e nello sviluppo della semiosi individuale. Secondo il nuovo paradigma *devo–evo–eco* della recente biologia dell'evoluzione, lo sviluppo degli organismi, l'evoluzione delle specie e l'evoluzione degli ecosistemi sono soggetti alle seguenti tre regole comuni: i) una discontinuità nell'evoluzione, con lunghi periodi di equilibrio punteggiati da brusche innovazioni morfologiche e brusche estinzioni di massa, ii) la combinazione di *exaptation* e *adaptation* (bricolage e adattamento) nella gerarchia evolutiva e iii) la complementarità fra le gerarchie genealogica ed economica (diacronica e sincronica). In questo primo capitolo dimostro che, nel prolungamento, anche le specie semiotiche sono soggette a queste regole e che, come chiarirò meglio nel Capitolo 2, esse valgono anche nella gerarchia delle funzioni del linguaggio e della semiosi in generale. L'evoluzione sociale e psicologica umana trova così un fondamento nella biologia dell'evoluzione.

Nel Capitolo 2, dal titolo *Linguaggio fonetico, semiotica e linguaggio onirico*, evidenzio: i) la correlazione fra le tre funzioni del linguaggio e le tre categorie della semiotica, ii) la correlazione fra il linguaggio fonetico e il linguaggio visuospatiale dei sogni, iii) il carattere discontinuo del linguaggio con l'attuazione, in dipendenza dal contesto, della *possibilità di scelta* fra (opposte) alternative nel codice e, infine, iv) una dialettica fra genotipo e fenotipo nell'evoluzione del linguaggio per mutazione fonetica ed *analogia* grammaticale.

Nel Capitolo 3, dal titolo *Biosemiotica e informazione quantistica*, descrivo lo sviluppo, nel corso del XX secolo, della biosemiotica e di

quella che alcuni autori definiscono ‘la seconda rivoluzione quantistica’ dopo quella dell’inizio del XX secolo. Nella meccanica di Newton, l’oggettività della conoscenza scientifica era stata acquisita a scapito della drastica separazione cartesiana dell’oggetto dal soggetto della conoscenza. All’inizio del XX secolo, i) l’inevitabile intervento dell’osservatore nella misurazione della meccanica quantistica e ii) la concezione che gli organismi viventi si distinguono dai corpi inanimati in quanto agenti interpretanti dello scambio di informazione con il loro ambiente specifico, hanno innescato un radicale mutamento di paradigma. Lo sviluppo successivo della biosemiotica — una sintesi fra la semiotica e la nuova concezione della biologia — e di una teoria generale dell’informazione quantistica, svincolata dall’applicazione specifica al mondo delle particelle elementari, ha permesso l’introduzione, all’inizio del XXI secolo, di una nuova scienza, la *biosemiotica quantistica*, in grado di affrontare in modo sistematico lo studio dei sistemi complessi biologici, psicologici e sociali. L’applicazione ai biosistemi dell’informazione quantistica porta all’estremo, fino a rovesciarla, la concezione del prolungamento dell’evoluzione biologica nell’evoluzione semiotica.

Nei Capitoli 4 e 5 della seconda parte del saggio, distinguo l’evoluzione dei sistemi *genealogici* delle comunità di villaggio dall’evoluzione dei sistemi *economici* delle civiltà urbane. La comunicazione sociale si fonda sulla differenziazione delle funzioni e sullo scambio di valori sociali, oltre che di messaggi. Data la limitata divisione del lavoro, nelle comunità di villaggio la funzione genealogica prevale su quella economica e, sia nella discendenza patrilineare che in quella matrilineare, la donna è il valore che viene alienato dagli uomini nello scambio sociale. In queste società, in cui l’uomo non è separato dalla natura, i clan totemici si distinguono fra loro instaurando relazioni di identificazione fra tratti distintivi di specie animali e presunti tratti distintivi sociali. Il pensiero selvaggio è un pensiero analogico, ricco di figure metonimiche e metaforiche, la cui semiosi ha il carattere di discontinuità e di ambiguità del sistema dei tratti distintivi del linguaggio naturale.

Con lo sviluppo della divisione del lavoro e della gerarchia sociale, il sistema economico della civiltà urbana finisce con il prevalere sul sistema genealogico delle comunità di villaggio e due sistemi economico-politici fondamentali si formano, prima a partire dalla polis greca, poi

a partire dal comune europeo. Nel primo sistema il bene materiale è il valore che, nello scambio fra proprietari privati, viene alienato nel *valore d'uso*; nel secondo sistema il lavoro è il valore che, nello scambio fra produttori privati, viene alienato nel *valore di scambio*. In entrambi i sistemi, con la separazione dell'oggetto dal soggetto, concatenazioni univoche fra grandezze vengono prescisse dall'ambiguità e discontinuità del linguaggio analogico e dalla percezione soggettiva delle qualità. Nel primo sistema si attua la concatenazione logica del linguaggio razionale, associata alla continuità delle grandezze statiche della geometria; nel secondo sistema si attua la concatenazione causale deterministica delle grandezze dinamiche, associata alla combinazione, nell'analisi infinitesimale, della continuità geometrica con la discontinuità algebrica. Con la causalità statistica e l'indeterminazione della teoria dei quanti (e della teoria dell'informazione quantistica) vengono introdotte nel pensiero scientifico la discontinuità e l'incertezza, dovute all'interazione fra soggetto e oggetto, che sono proprie della semiosi: si apre così la possibilità di una scienza della semiosi dei sistemi complessi.

Nei Capitoli 6 e 7 descrivo la base neurale della semiosi individuale e gli aspetti essenziali di un modello matematico dei livelli di coscienza che ho proposto in un saggio del 2021 dal titolo *Brain dynamics for goal-directed social navigation. A non-linear statistical model of consciousness*. La coscienza e l'auto-coscienza dell'uomo mettono in atto una strategia per ridurre la complessità della relazione fra l'organismo e l'ambiente naturale e, soprattutto, sociale: questa strategia consiste nella precisazione degli aspetti salienti della relazione sociale fra gli individui e nella costituzione di un modello interpretativo di tale relazione con la 'messa in scena' di una relazione immaginaria fra gli attanti *Sé e Altro*, mediata socialmente dallo scambio simbolico di un *Oggetto di valore*. Il modello matematico dei due livelli di coscienza si basa sull'ipotesi che le relazioni fra tali attanti immaginari risultino dalla biforcazione di uno stato originario, disordinato e instabile, della rete neurale associativa che è alla base della coscienza, prima in due e poi in tre stati stazionari ordinati, e dalla transizione fra questi stati. La coscienza può essere considerata come un ultimo stato di auto-organizzazione della materia: nel caso di un numero enorme di unità interagenti (come i neuroni piramidali della corteccia cerebrale), questa auto-organizzazione deriva

da una massimizzazione dell'entropia soggetta a vincoli dovuti all'interazione reciproca. Tale massimizzazione dell'entropia soggetta a vincoli energetici corrisponde a una minimizzazione dell'energia libera e, nel caso di vincoli non lineari, si può verificare una rottura spontanea della simmetria iniziale del sistema, con la biforcazione di uno stato disordinato originario di equilibrio in due o tre stati stazionari ordinati lontani dall'equilibrio e con la transizione fra questi stati.

Il modello dei livelli di coscienza del Capitolo 7 è piuttosto complesso e la sua interpretazione, oltre a un eventuale riferimento al saggio del 2021, presuppone una competenza fisico–matematica.

Ringrazio mia moglie Evelina e l'amico Alessandro Pesavento per i suggerimenti dati e per il loro sostegno a questo mio lavoro.

PARTE I
BIOLOGIA DELL'EVOLUZIONE, SEMIOTICA
E INFORMAZIONE QUANTISTICA

CAPITOLO I

BIOLOGIA DELL'EVOLUZIONE E SEMIOTICA

1.1. Il prolungamento delle specie biologiche nelle specie semiotiche

Negli ultimi trent'anni del XX secolo, le ricerche correlate di un gruppo di biologi evolucionisti sono sfociate in un importante cambiamento di paradigma nella teoria dell'evoluzione. Questo nuovo paradigma viene denominato *devo-evo-eco* in quanto connette fra loro in un sistema gerarchico lo sviluppo degli organismi, l'evoluzione delle specie e l'evoluzione degli ecosistemi. Le tappe fondamentali dello sviluppo della nuova concezione dell'evoluzione biologica sono: i) l'ipotesi del *prolungamento* dell'evoluzione biologica nell'evoluzione semiotica della specie uomo (Gould 1977), ii) la teoria degli *equilibri punteggiati*, cioè di lunghi periodi di stasi evolutiva punteggiati da brusche innovazioni morfologiche (Gould e Eldredge, 1972 e 1995), iii) la combinazione di *adaptation* ed *exaptation* nella gerarchia evolutiva (Gould e Vrba, 1982 e 1986) e iv) la complementarità fra le gerarchie biologiche *genealogica* ed *economica* (Eldredge 1995).

Nell'ultimo capitolo di un mio saggio del 2022 dal titolo *Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana. Oscillazioni cicliche e transizione al caos*, ho preso in considerazione i) l'ipotesi del prolungamento e ii) la teoria degli equilibri punteggiati, ritenendo che la nuova concezione dell'evoluzione delle specie animali implicita in queste due ipotesi potesse

costituire una solida base per lo studio dell'evoluzione delle società umane. Le considerazioni del saggio del 2022 relative alle ipotesi i) e ii) sono riportate nelle Sezioni 1.1 e 1.2 del Capitolo 1, per essere ulteriormente sviluppate e connesse con le ipotesi iii) e iv) nelle Sezioni 1.3 e 1.4, in modo da corroborare l'ipotesi complessiva che i) l'evoluzione semiotica della specie uomo è un prolungamento dell'evoluzione biologica e che le regole enunciate nei punti ii), iii) e iv) sono comuni alle due evoluzioni. Nel Capitolo 2 mostrerò, in particolare, che il linguaggio fonetico, la semiotica e il linguaggio onirico sono soggetti a queste regole.

In un saggio del 1977 dal titolo *Ontogeny and Phylogeny*, il biologo evolucionista Stephen J. Gould sostiene che lo sviluppo dell'uomo è caratterizzato da: i) una nascita prematura, con scarsa specializzazione biologica, che lo rende inadatto ad affrontare l'ambiente circostante (molto più a lungo che in altri mammiferi o negli uccelli), e ii) lo sviluppo ritardato di un cervello dotato di una notevole capacità di apprendere mediante l'esperienza. Ciò, secondo Gould, comporta il fatto che l'uomo dipende fortemente dalle cure parentali e che l'evoluzione biologica della specie uomo si prolunga in un'evoluzione (e specializzazione) sociale mediata dalla comunicazione linguistica. (cfr. *L'eterocronia creatrice. Temporalità ed evoluzione in Stephen J. Gould*, 2013, cap. iv).

Già in un saggio del 1931 dal titolo *Storia dello sviluppo delle funzioni psichiche superiori*, Vygotskij aveva osservato che:

Il comportamento di un adulto contemporaneo culturalmente evoluto... è il risultato di due diversi processi di sviluppo psichico. Da un lato il processo dell'evoluzione biologica delle specie che conducono al sorgere della specie dell'"Homo Sapiens"; dall'altra il processo dello sviluppo storico, mediante il quale l'uomo primitivo si è evoluto culturalmente. Ambedue questi processi... sono rappresentati nella filogenesi separatamente... Tutta la particolarità e la difficoltà del problema dello sviluppo delle funzioni psichiche superiori consiste nel fatto che ambedue questi aspetti nell'ontogenesi sono fusi insieme... (Ivi, p. 29)

Ciò che differenzia l'uomo dagli altri animali è dunque, da un lato, una spiccata prematurazione alla nascita che rende il neonato a lungo dipendente dai genitori per la soddisfazione dei suoi bisogni, dall'altro, il lungo

processo di acculturazione richiesto all'adolescente per la sua identificazione cosciente come membro di una comunità sempre più complessa. Il condizionamento psichico educativo, che inizia nell'ambito della famiglia ma prosegue poi a livello più generale in ambito sociale, non è caratteristico solo delle società attuali, ma è alla base della produzione culturale della specie uomo in ogni comunità umana: esso si ritrova nei riti di iniziazione degli adolescenti, diffusi nelle varie comunità di villaggio, descritti dagli etnologi. In *Il pensiero selvaggio* (1962), Lévi-Strauss osserva:

Ogni etnologo non può mancare di rimaner sorpreso dalla maniera in cui, attraverso il mondo, le società più diverse concettualizzano i riti d'iniziazione. In Africa come in America, in Australia come in Melanesia, tali riti riproducono il medesimo schema: si comincia con l'uccisione simbolica dei novizi sottratti alle famiglie, che sono poi tenuti nascosti nella foresta o nella boscaglia in cui subiscono le prove dell'aldilà; dopodiché 'rinascono' come membri della società. Quando vengono restituiti ai loro genitori naturali, costoro simulano dunque tutte le fasi di un nuovo parto e procedono a una rieducazione che verte persino sui gesti elementari dell'alimentazione e dell'abbigliamento. (Ivi, p. 285)

È quindi ragionevole ricercare nel processo educativo l'origine di ogni condizionamento psico-sociale. In un breve saggio del 1970 dal titolo *L'educazione come processo produttivo*, nel tentativo di determinare la struttura del processo di riproduzione sociale nell'ambito del capitalismo, ho cercato di dimostrare come la soddisfazione dei bisogni elementari del bambino da parte di genitori benevoli può essere alla base di un libero auto-condizionamento del bambino stesso, che lo porta ad 'alienarsi' nell'identificazione con i genitori, e che questa è una precondizione per la produzione, in un processo di alienazione culturale, della specie uomo in una società capitalistica.

In *L'uomo senza qualità* (1930) — cioè l'uomo che ha la potenzialità di attuare le più diverse qualità —, Robert Musil così riporta un'opinione sui bambini condivisa da Hans Sepp, uno dei suoi personaggi:

Il presente, dicevano, non riconosce alcun diritto ai giovani, dato che fino alla maggiore età l'essere umano è praticamente senza diritti.

Padre, madre, tutore hanno la facoltà di vestirlo, alloggiarlo, nutrirlo a loro discrezione, nonché punirlo e, secondo Hans Sepp, guastarlo... Appartiene ai genitori come lo schiavo al padrone e per via della sua dipendenza economica è proprietà, oggetto del capitalismo... Il bambino è creativo, perché sta crescendo e produce se stesso... Gli adulti si macchiano di una colpa barbarica quando distruggono la creatività del bambino, depredandolo del suo mondo, soffocandolo sotto un materiale conoscitivo morto e cristallizzato e indirizzandolo verso determinati scopi a lui estranei. (Ivi, pp. 568–569)

In un saggio del 2014 dal titolo *Psicopolitica. Il neoliberalismo e le nuove tecniche del potere*, Byung-Chul Han definisce 'psicopolitica' la propensione, propria del neoliberalismo, a sfruttare la creatività individuale promuovendo la partecipazione sociale degli individui ad un 'libero autosfruttamento' il cui esito finale è la formazione della 'merce-uomo' nell'ambito della società del capitalismo finanziario. Nella psicopolitica del neoliberalismo, il politico si rivolge all'elettore e, soprattutto, la pubblicità si rivolge al consumatore, con l'uso di un linguaggio che sembra più adatto alla mente immatura di un bambino che a quella di una persona adulta. L'efficacia di questo linguaggio è in effetti dovuta al fatto che la psicopolitica fa leva su una regressione, tanto più facile da indurre quanto più il soggetto è in uno stato di indigenza e di separazione, mentre, con la crisi della famiglia, la funzione benevola di soddisfare tutti i bisogni viene trasferita sempre più ad una società benevola che "ci invita di continuo a comunicare, a condividere, a partecipare, a esprimere le nostre opinioni, i nostri bisogni, desideri o preferenze".

In definitiva, l'evoluzione sociale della specie uomo nell'ambito degli ecosistemi sociali può essere considerata come il prolungamento — ad un livello superiore, meta-biologico, in cui un codice semiotico prolunga il codice genetico — dell'evoluzione biologica delle specie animali nell'ambito degli ecosistemi naturali. Ed è, da un lato alla creatività individuale, dall'altro al processo educativo sociale, che si deve attribuire l'origine di quelle che ho definito le specie semiotiche.

1.2. Gli equilibri punteggiati come carattere comune all'evoluzione biologica e semiotica

Nel 1972, assieme a Niles Eldredge (cfr. Eldredge 1995), Gould ha proposto di sostituire alla concezione darwiniana di un'evoluzione biologica continua una nuova concezione, espressa nella teoria degli 'equilibri punteggiati', secondo la quale lunghi intervalli temporali di stasi evolutiva (dell'ordine di milioni di anni) sono punteggiati da brevi intervalli temporali di innovazione morfologica (dell'ordine di migliaia di anni): in questi ultimi, alla brusca estinzione di vecchie specie si accompagna una rapida formazione di specie nuove, generalmente in concomitanza con forti variazioni ambientali o catastrofi naturali. Poiché, come già osservava Darwin, più specie diverse, interagendo fra loro, tendono alla formazione simbiotica di ampi ecosistemi, si può inoltre congetturare che l'evoluzione delle specie animali sia regolata sia dalla selezione di individui con diverse capacità di combinare funzioni differenziate per l'utilizzazione delle risorse energetiche, sia dalla selezione di popolazioni con attitudini diverse (erbivore o carnivore, stanziali o migratorie) che appartengono ad uno stesso ecosistema e competono fra loro per l'utilizzazione di risorse ambientali limitate. In *Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana. Oscillazioni cicliche e transizione al caos*, sostengo che:

L'evoluzione della civiltà urbana è dovuta principalmente allo sviluppo della capacità di combinazione di funzioni differenziate per la produzione di cibo e risorse energetiche, e allo sviluppo della capacità di codificazione di informazione per lo scambio di beni e messaggi. Tale evoluzione è però condizionata dall'interazione fra popolazioni di agricoltori sedentari e di allevatori nomadi e da una limitazione nelle risorse ambientali... Gli scambi commerciali fra più poli della civiltà urbana che, data l'elevata specializzazione funzionale, fin dal suo inizio tende alla globalizzazione, portano alla formazione di Imperi sempre più vasti e di flussi migratori sempre più massicci di popolazioni nomadi. Si ha così un'*accumulazione di lungo periodo* nello sviluppo delle forze produttive — in cui un notevole accrescimento della popolazione urbana è associato al prolungato sfruttamento intensivo delle risorse ambientali — *punteggiata* da massicce incursioni di nomadi delle steppe. (*Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, pp. 9 e 10)

Nel saggio dimostro che, nell'evoluzione della civiltà urbana, si possono evidenziare: i) sei grandi periodi (ciascuno della durata di 900 anni circa) caratterizzati dall'organizzazione di macrosistemi sociali relativamente stabili, ii) brusche transizioni fra i periodi dovute a massicce incursioni di nomadi delle steppe e/o all'esaurimento delle risorse ambientali e iii) l'alternanza del predominio fra civiltà orientali e civiltà occidentali. Propongo inoltre un modello matematico i) delle *oscillazioni periodiche* dovute all'interazione fra popolazioni di agricoltori sedentari e di allevatori nomadi e ii) della brusca *transizione al caos* di una popolazione in un ambiente con risorse limitate. Tale concezione dell'evoluzione delle specie sociali è in accordo sia con l'ipotesi del prolungamento di Gould che con la teoria degli equilibri punteggiati di Gould ed Eldredge. Ma vi è una differenza sostanziale fra le due evoluzioni:

Ciò che differenzia l'evoluzione delle specie semiotiche dall'evoluzione delle specie animali è un forte potenziamento degli organi con l'uso di *strumenti* elaborati e l'estensione alla società dei *sistemi di codificazione* con l'uso di un astratto linguaggio simbolico: ciò rende l'evoluzione della società umana molto più rapida e complessa di quella delle comunità animali (specie con l'accelerazione impressa dallo sviluppo della civiltà urbana). Ma con lo sviluppo della capacità di combinare in modo complesso funzioni sempre più differenziate e con l'estensione dei processi di comunicazione e di scambio fino alla *globalizzazione* si sviluppa anche la capacità di esaurire le risorse ambientali dell'intero pianeta. (*Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, p. 124)

In un saggio del 1993 dal titolo *The Origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*, Stuart Kauffman ha proposto un'interessante teoria dell'evoluzione delle specie in cui considera l'auto-organizzazione biologica degli individui di una specie (di cui propone un modello matematico) come presupposto della selezione ambientale. In accordo con tale concezione nel mio saggio ho inteso l'evoluzione della civiltà urbana come l'auto-organizzazione di sistemi sociali sempre più complessi:

L'evoluzione della civiltà urbana consiste nell'auto-organizzazione di sistemi sociali sempre più complessi ed è caratterizzata, da un lato, da un aumento progressivo dell'*informazione incorporata nel sistema* e gestita da una classe ristretta che domina l'intera società — aumento reso possibile dallo sviluppo delle capacità di produzione e di comunicazione nel rapporto dell'uomo con la natura e con l'uomo stesso —, dall'altro da un aumento progressivo dell'*entropia diffusa nell'ambiente*, dato lo sfruttamento sempre più intensivo sia delle risorse naturali che delle capacità umane. Data la limitazione delle risorse e delle capacità, tale evoluzione è caratterizzata da lunghi periodi di relativo equilibrio sociale punteggiati da brusche *transizioni al caos* che segnano in generale la formazione di nuove organizzazioni sociali e uno *switching* nel predominio. (*Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, pp. 124–125)

1.3. La combinazione di *exaptation* e *adaptation* nelle gerarchie dell'evoluzione biologica e semiotica

In un saggio del 2008 dal titolo *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, in cui sono riportati due saggi del 1982 e del 1986, entrambi di Stephen Gould ed Elisabeth Vrba, il curatore Telmo Pievani scrive

Nei due saggi... gli autori descrivono l'insieme generale dei caratteri definibili come *aptations*, cioè tutte le caratteristiche biologiche in qualche modo utili (*aptus*) per il benessere degli organismi, dividendolo in due sottoinsiemi: il sottoinsieme dei caratteri plasmati dalla selezione per la funzione che ricoprono attualmente (*adaptations*); e il sottoinsieme dei caratteri formati per una determinata ragione, o anche per nessuna ragione funzionale iniziale, e poi resisi disponibili alla selezione per il reclutamento attuale. Per tutti i casi del secondo tipo, in cui vi sia una cooptazione, in vista di nuove funzioni, di strutture impiegate in passato per funzioni diverse o per nessuna funzione, propongono il termine *ex-aptation*, cioè strutture rese utili (*aptations*) in conseguenza della loro struttura o forma (*ex*). (Gould e Vrba, *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, pp. 114–115)

L'*exaptation* di Gould e Vrba non solo permette di “liberare il concetto di adattamento dai residui teleologici”, ma apre anche la strada

all'applicazione all'evoluzione biologica della teoria statistica dell'auto-organizzazione dei sistemi dinamici non lineari, come proposto da Kauffman nel 1993. Nel saggio del 1982 Gould e Vrba, dopo aver fornito diversi esempi di exaptation, così concludono:

Quindi, i due fenomeni evolutivi che potrebbero essere stati i più decisivi per lo sviluppo di una forma di complessità dotata di coscienza sul nostro pianeta... — cioè il processo iniziale di creare ridondanza genetica e la successiva miriade di conseguenze ineludibili del costruire uno strumento di calcolo tanto complesso quanto il cervello umano — potrebbero essere entrambi esempi di *exaptations*... Con esempi come questi l'argomento non può certo essere considerato poco rilevante! (*Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, pp. 48–49)

La polarità exaptation–adaptation è facilmente evidenziabile nell'evoluzione delle specie semiotiche. In *The Structure of Scientific Revolutions* (1962), Kuhn ha descritto i bruschi cambiamenti di paradigma che 'punteggiano' l'evoluzione della scienza. Tali cambiamenti, che consistono nella proposta di nuove teorie, spesso in seguito alla raccolta di nuovi dati sperimentali, sono dovuti alla creatività di singoli individui, denominati *geni*, che lavorano da soli (come Einstein) o in gruppi di ricerca (come i fisici della teoria dei quanti). Ma sono poi soggetti al vaglio della comunità scientifica e, solo se superano tale *selezione sociale* (e non sono soggetti a falsificazione sperimentale) soppiantano le vecchie teorie, producendo rivoluzioni scientifiche. L'exaptation consiste nel fatto che spesso le innovazioni in campo scientifico producono risultati in campi diversi dal previsto, e talvolta sono del tutto casuali (come la *serendipità* della scoperta delle proprietà medicinali della penicillina da parte di Fleming nel 1928). In campo artistico, l'exaptation del cubismo è ribadita dalla frase "io non cerco, trovo", attribuita a Picasso. Un caso eclatante di exaptation è infine la scoperta dell'America, da parte di Colombo nel 1492, che ha dato luogo a un radicale cambiamento di paradigma, in gran parte impreveduto, nell'evoluzione sociale.

Nel saggio del 1986, Vrba e Gould estendono il concetto di exaptation ai tre differenti livelli della gerarchia evolutiva, in ciascuno dei quali vi sono entità dotate di una relativa stabilità strutturale e di un tempo

proprio, “con la perdita di autonomia verso livelli più bassi e un aumento di autonomia verso livelli più alti”:

Per ciascuno dei tre livelli (geni, organismi e specie) mostriamo come il successo differenziale possa derivare certo dalla selezione, se rimaniamo all'interno dello stesso livello, ma come possa essere altresì una conseguenza sia di un processo causale che dall'alto si propaga verso il basso (*downward causation*), a partire da meccanismi che agiscono su individui dei livelli superiori, sia di un processo causale che dal basso si propaga verso l'alto (*upward causation*), a partire da meccanismi che agiscono su individui dei livelli inferiori... Il successo differenziale che non è basato sulla selezione tra oggetti posti sotto scrutinio allo stesso livello deriva principalmente dall'interazione con gli altri livelli. Tuttavia un'interessante asimmetria distingue la propagazione degli effetti causali verso l'alto e verso il basso. La selezione a livelli più bassi potrebbe influenzare, ma non necessariamente, gli individui a livelli più alti... Ogni processo di selezione ai livelli più alti invece deve, comunque, richiedere una cernita tra gli individui a tutti i livelli sottostanti. (*Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, pp. 56 e 65–66)

Un classico esempio di exaptation nella gerarchia evolutiva, descritto nel saggio del 1986, è la *selezione naturale sui fenotipi* in seguito a mutazioni genetiche casuali (con ridondanza nei geni). Considerate al livello fisico–chimico della struttura e dell'azione del gene, le mutazioni non sono eventi del tutto casuali, ma l'aggettivo ‘casuale’ si riferisce al fatto che la direzione delle mutazioni non è legata alla selezione naturale sui fenotipi. Nel prolungamento dell'evoluzione delle specie biologiche in quella delle specie semiotiche, la selezione naturale nel dominio di una combinazione ridondante di geni si prolunga in una selezione epigenetica nel dominio di una combinazione ridondante di sinapsi neurali. Tale prolungamento, dovuto all'esperienza individuale e al processo educativo sociale, viene denominato ‘darwinismo neurale’ da Edelman in un saggio del 1989.

Un nuovo importante esempio di exaptation nella gerarchia evolutiva, riportato nel saggio del 1986, è la macro–evoluzione dagli organismi alle specie evidenziata dalla teoria degli equilibri punteggiati, cioè la *cernita sulle specie di un ecosistema* in seguito a specializzazioni organiche, con

brusche estinzioni di massa e rapida formazione di nuove specie in concomitanza con forti variazioni ambientali dovute a una catastrofe naturale. Gli organismi specializzati nell'utilizzazione di risorse particolari hanno maggiori probabilità di “percepire le variazioni ambientali come un deterioramento dell'habitat”, e quindi sono soggetti più frequentemente alla speciazione e all'estinzione, rispetto agli organismi che utilizzano risorse diverse fra loro. È questo il caso della divergenza macro-evolutiva delle popolazioni di due gruppi strettamente imparentati di antilopi africane, in seguito ad un cambiamento climatico globale:

In breve possiamo dire che i resti fossili e le specie attuali di alcelaphini (il blesbuck, l'alcefalò, lo gnu) indicano: alti tassi di speciazione e di estinzione...; un'alta divergenza a livello dei fenotipi degli organismi...; tutte le specie attuali sono specializzate nel pascolo e sono migratrici con, apparentemente, un basso grado di isolamento ma un alto flusso genico tra popolazioni. All'opposto... gli aepycerotini (gli impala) indicano: nessuna divisione o estinzione terminale a partire dall'ultimo antenato comune con gli alcelaphini del Miocene; bassa divergenza (virtualmente una stasi) nei fenotipi degli organismi...; ogni individuo attuale pascola ma raccoglie anche una grande varietà di piante; le moderne popolazioni di impala si spostano decisamente poco, hanno distribuzioni compatte e statiche e un basso flusso genico fra popolazioni isolate. (*Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, pp. 87–88)

In un saggio del 1995, dal titolo *Reinventing Darwin*, Eldredge riporta la teoria di Vrba della divergenza macroevolutiva e così descrive l'estinzione di massa dei dinosauri, 65 milioni di anni fa (probabilmente per l'impatto di un grande meteorite), cui fece seguito, oltre all'evoluzione degli uccelli (discendenti dai dinosauri per exaptation delle piume per il volo), l'evoluzione delle nuove specie di rettili e di mammiferi:

I mammiferi e i dinosauri comparvero all'incirca nello stesso periodo, nel Triassico superiore, più o meno 210 milioni di anni fa. Ben presto i dinosauri si diversificarono in una prodigiosa schiera di specie, giocando una gran varietà di ruoli ecologici negli ecosistemi terrestri... I mammiferi, di contro, rimasero piccoli e piuttosto generalizzati; pur componendo un certo numero di taxa superiori, continuarono ad essere di poco conto e a giocare un ruolo secondario nell'arena ecologica

del Mesozoico... I mammiferi furono tenuti sotto controllo evolutivo fino a quando ciò che fece fuori i dinosauri, qualsiasi cosa sia stata, non ebbe completato il loro compito. (*Reinventing Darwin*, pp. 155–156)

In *Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, ho riportato un caso di estinzione di massa di 'dinosauri semiotici': l'estinzione, alla fine dell'era del bronzo, delle due macrostrutture medio-orientali risultanti dalla i) combinazione dei poli urbani della Mesopotamia e dell'Indo e dalla ii) combinazione dei poli urbani dell'Egitto e dell'Egeo. Dopo tale estinzione, i popoli indoeuropei, le cui invasioni erano state tenute sotto controllo dalle civiltà idrauliche, hanno dato rapidamente origine, oltre agli imperi medio-orientali assiro e persiano (diretti discendenti dalle macrostrutture precedenti), all'evoluzione delle nuove civiltà i) indo-ariana (e poi cinese), ad oriente, e ii) greco-ellenistica (e poi romana) ad occidente.

Vrba e Gould concludono il saggio del 1986 affermando che “il concetto di progresso è stato particolarmente insidioso nella storia della biologia evoluzionistica” e che dovrebbe essere sostituito dal concetto di una complessità crescente, costruita storicamente attraverso l'inclusione gerarchica di entità di livello inferiore in un tutto più grande (con una parziale soppressione della loro indipendenza e una modifica delle loro qualità particolari).

1.4. La complementarità fra genealogia ed economia nelle gerarchie biologiche e semiotiche

Nel suo saggio conclusivo del 1995, Eldredge espone la teoria degli equilibri punteggiati, paragonandola alla teoria di Kuhn (1962) dei bruschi cambiamenti di paradigma nelle rivoluzioni scientifiche e alla teoria matematica delle catastrofi di Thom (1972). Egli poi analizza le implicazioni dell'estensione dell'exaptation ai tre livelli della gerarchia evolutiva dei geni, degli organismi e delle specie. Egli evidenzia il fatto che gli organismi, in quanto interfaccia fra i geni e le specie, sono in grado di connettere le due exaptation della micro-evoluzione dai geni agli organismi e della macro-evoluzione dagli organismi alle specie, e

che si può affermare che “la selezione naturale è l'effetto condizionante che ha il successo economico differenziale sul successo riproduttivo di un organismo”. Egli poi conclude che gli organismi sono l'unico genere di entità biologica capace sia di interagire energeticamente con altre entità, in funzione della sopravvivenza, che di generare nuove entità, cioè le uniche entità capaci sia di un'attività *genealogica* che di un'attività *economica*, entrambe organizzate in modo gerarchico; e il lato economico degli organismi informa il lato genealogico di ciò che ha meglio funzionato.

Come abbiamo segnalato Stan Salthe ed io nel 1984, gli organismi fanno essenzialmente due (e solo due) tipi di cose: partecipano a processi di trasferimento di materia ed energia e si riproducono. Abbiamo definito 'economica' la prima attività e 'genealogica' la seconda... Stiamo esaminando, in maniera simultanea, due mondi alquanto diversi. Ogni singolo organismo fa parte allo stesso tempo di due sistemi organizzati in modo gerarchico e radicalmente diversi. Dal punto di vista riproduttivo, un organismo appartiene a un deme, che fa parte di una specie, che fa parte di un ancestrale groviglio discendente di specie che chiamiamo 'taxon superiore'. Allo stesso tempo, un organismo conduce un'esistenza economica, fa parte di una popolazione locale — un avatar — che è essa stessa parte di un ecosistema locale. Quest'ultimo interagisce con altri nell'ambito della stessa regione formando sistemi economici biotici ancora più grandi. (*Reinventing Darwin*, pp. 184-185)

Eldredge sostiene che queste due gerarchie sono nettamente diverse e, nonostante siano collegate fra loro in un modo che appare semplice, non devono essere confuse fra loro in un approccio di tipo 'riduzionistico'.

Come vedremo nella seconda parte di questo mio saggio, la distinzione fra gerarchie genealogiche e gerarchie economiche si prolunga nella distinzione fra la gerarchia dei sistemi di parentela, prevalente nelle comunità di villaggio del paleolitico (e in parte del neolitico), e la gerarchia dei processi economici, prevalente nelle comunità della civiltà urbana. Le comunità di villaggio i) hanno una scarsa organizzazione gerarchica, ii) sono poco specializzate e comunicano poco fra loro, iii) sono relativamente stabili e la loro evoluzione è molto lenta: alcune di

queste sono ancora presenti in diverse parti del mondo. Le comunità urbane i) hanno una complessa organizzazione gerarchica dovuta alla divisione sociale del lavoro, ii) sono fortemente specializzate e comunicano fortemente fra loro nella costituzione di macrosistemi, iii) sono instabili e la loro evoluzione è rapida, con brusche estinzioni di massa e rapida formazione di nuove civiltà.

Eldredge conclude il suo saggio del 1995 affermando che la specializzazione e l'organizzazione in sistemi delle funzioni economiche (più che di quelle genealogiche) è la chiave per comprendere, sia i sistemi diversificati di organi presenti nel corpo di un animale pluricellulare che la divisione del lavoro nella biologia sociale degli animali. Come l'uomo, molte specie animali sono sociali (cioè comunicano fra loro) e possono formare un ampio spettro di colonie, che va dalle colonie più semplici a colonie complesse, con divisione del lavoro e differenziazione in caste, e infine a grandi sistemi sociali costituiti dalla fusione di più colonie complesse. Ma la socialità umana è sostanzialmente diversa da quella animale:

La cultura — i comportamenti appresi, trasmessi tramite il linguaggio e non i geni — è una caratteristica praticamente esclusiva della nostra specie e rende il fenomeno della socialità umana molto diverso da tutte le altre forme di sistemi sociali. Tradizionalmente, la biologia non aveva mai fornito grossi spunti all'antropologia e alla sociologia. Negli ultimi vent'anni le cose sono cambiate. (*Reinventing Darwin*, p. 210)

Come si è visto sopra, l'evoluzione delle specie semiotiche ha in comune con l'evoluzione delle specie biologiche: i) lunghi periodi di stasi punteggiati da brusche innovazioni (anche se con ordini di tempo molto diversi), ii) una combinazione di exaptation e adaptation a diversi livelli gerarchici e iii) la complementarità fra le gerarchie genealogica ed economica. L'ipotesi del prolungamento delle specie biologiche nelle specie semiotiche e queste tre regole comuni con la biologia evolutiva permettono di porre su una base più solida l'evoluzione delle società umane, finora oggetto di studio di discipline 'umanistiche' come l'antropologia e la sociologia. Ma il prolungamento, tramite il processo

educativo, della filogenesi (e ontogenesi) biologica nella filogenesi (e ontogenesi) delle specie semiotiche richiede uno studio approfondito degli aspetti essenziali della semiosi. Nel Capitolo 2 affronterò questo studio per mostrare che la semiosi sociale (e individuale) è soggetta alle tre regole descritte sopra.

CAPITOLO II

LINGUAGGIO FONETICO, SEMIOTICA E LINGUAGGIO ONIRICO

2.1. La gerarchia delle funzioni del linguaggio

In un saggio del 1997, dal titolo *The Theory of Functional Grammar*, Simon Dik evidenzia la gerarchia delle funzioni semantica, sintattica e pragmatica del linguaggio fonetico in vista della comunicazione sociale. Secondo tale teoria, la funzione del linguaggio naturale di stabilire una comunicazione tra due individui che assumono a turno il ruolo di mittente e di destinatario di una serie di messaggi può essere intesa come un'interazione dinamica tramite la quale ciascuno dei parlanti, a turno, effettua certi cambiamenti nell'*informazione pragmatica* del partner. L'informazione pragmatica è l'intero corpo di conoscenze, credenze, percezioni, sentimenti, ecc. che, in base alla presupposizione del parlante, sono immagazzinate nella memoria a lungo termine dell'ascoltatore o sono ad esso disponibili al momento dell'interazione. Questa si suddivide in: i) *informazione generale*, concernente vari mondi possibili immagazzinata nella memoria a lungo termine del destinatario; ii) *informazione situazionale*, relativa alla situazione nella quale ha luogo l'interazione; e iii) *informazione contestuale*, relativa all'espressione linguistica concomitante. La modificazione da parte del mittente dell'informazione pragmatica che egli presuppone nel destinatario avviene tramite la dinamica *topic-focus*: il mittente introduce come topic

una parte dell'informazione che presuppone nota al destinatario per poi focalizzare l'attenzione di questi su una parte di questa informazione (focus) su cui intende apportare delle modifiche essenziali. Nella grammatica funzionale, la funzione pragmatica in vista della comunicazione sociale incorpora la funzione sintattica, la quale, a sua volta, incorpora la funzione semantica, in una gerarchia di livelli che può essere intesa come una sequenza di exaptation fra livelli gerarchici, in cui la scelta fra alternative (con produzione di informazione) nell'ambito di un dato livello è attuata al livello superiore.

La funzione semantica – Al livello elementare della *predicazione nucleare*, la rappresentazione semantica di uno stato di cose in vista della comunicazione è attuata tramite la composizione dei due atti semantici elementari del riferire e del predicare, cioè fissare selettivamente determinate entità individuali mediante termini e assegnare proprietà e/o relazioni a tali entità mediante predicati. In primo luogo, un predicato è concepito come una *cornice predicativa*, cioè come funzione di una, due o al massimo tre variabili, le quali indicano i posti argomentali, cioè gli spazi in cui possono essere inseriti, sulla base di alcune selezioni restrittive di tipo semantico, termini specifici. Ad esempio, il predicato 'dare' è concepito come una cornice predicativa a tre posti argomentali, cioè come una funzione $f(x_1, x_2, x_3)$ del tipo *dare* $(x_1)_{Ag} (x_2)_{Go} (x_3)_{Ric}$, nei cui posti argomentali possono essere inseriti, nell'ordine, termini con la funzione semantica di Agente, di Goal e di Ricevente. In secondo luogo, un termine è in generale una struttura del tipo $(x: f_1(x): f_2(x): \dots)$ costituita da una successione virtualmente illimitata di predicati $f_i(x)$, i quali sono le rappresentazioni semantiche di quelle proprietà che, mediante successive restrizioni, determinano l'entità individuale x a cui il termine si riferisce. Appare così evidente quel carattere di combinazione ricorsiva delle cornici predicative che conferisce alla predicatione nucleare una capacità virtualmente illimitata di rappresentazione semantica di stati di cose.

La funzione sintattica – Uno degli scopi essenziali della funzione sintattica del linguaggio naturale è il riferire la rappresentazione semantica dello stato di cose al *centro deittico* dell'interazione verbale, costituito dal Mittente, dal Destinatario, dal momento e dal luogo della

comunicazione. In particolare, la funzione sintattica rappresenta: i) la collocazione spazio-temporale dello stato di cose rispetto al centro deittico e la frequenza della sua occorrenza; ii) l'assunzione di un *punto di vista* nell'osservazione-concezione dello stato di cose, cioè la focalizzazione dell'attenzione su un termine che viene posto in primo piano come Soggetto, in relazione ad un altro termine che viene posto in secondo piano come Oggetto; iii) la determinazione del *ruolo* di agente o di paziente del Soggetto; iv) la determinazione della *polarità* (positiva o negativa); v) la valutazione, da parte del Mittente, della probabilità dell'occorrenza dello stato di cose, in base ad un sistema di conoscenze razionali (*modalità aletica*) o in base ad un sistema di norme etiche (*modalità deontica*). La predicazione nucleare viene così inserita in una predicazione di livello superiore, detta *predicazione estesa*, la quale è la rappresentazione semantico-sintattica della localizzazione dello stato di cose nel mondo reale o in un mondo possibile alternativo, accessibile a partire dal centro deittico e riferito a questo.

La funzione pragmatica – Ma la comunicazione intersoggettiva non ha come unico scopo il *far sapere*. Il Mittente, più in generale, cerca di esercitare un fare persuasivo che ha come scopo il *far credere*, cioè la modificazione delle aspettative e/o intenzioni presunte nel Destinatario, a partire dalle proprie intenzioni e/o aspettative. Egli perciò deve essere in grado di rappresentare lo stato di cose come un 'fatto' nei confronti del quale un soggetto (Mittente o Destinatario o una terza persona) assume un 'atteggiamento', con modalità *epistemica* (credenza), modalità *doxastica* (opinione) o modalità *boulomaica* (desiderio). La predicazione estesa, che è la rappresentazione semantico-sintattica della localizzazione di uno stato di cose in un mondo possibile viene così inserita in una predicazione di livello superiore, detta *proposizione*, la quale è la rappresentazione sintattico-pragmatica della collocazione dello stato di cose localizzato, considerato come un fatto, in un mondo possibile accessibile all'intenzionalità e/o aspettativa di una persona e riferito soggettivamente a questa. La comunicazione linguistica non consiste però nel semplice invio di proposizioni, ma in 'atti linguistici' che possono essere considerati come istruzioni inviate dal Mittente (M) al Destinatario (D) per indurlo ad effettuare certe modificazioni nella sua

informazione pragmatica sulla base dell'informazione contenuta nelle proposizioni. Tali istruzioni possono assumere la forma: i) *dichiarativa* (M dà a D l'istruzione di aggiungere l'informazione contenuta nella proposizione alla sua informazione pragmatica); ii) *interrogativa* (M dà a D l'istruzione di fornire l'informazione richiesta); *offerente* (M comunica a D la sua disposizione a compiere l'azione specificata); *imperativa* (M dà disposizione a D di compiere l'azione specificata). La proposizione viene così inserita nella *frase*.

Secondo la teoria epigenetica del linguaggio (cfr. Edelman 1989), le funzioni semantica e sintattica del linguaggio naturale sono il prolungamento fonetico della rappresentazione visuo-spaziale di qualità e relazioni salienti dotate di valore (i *qualia*). La 'prescissione' di qualia dal contesto immediato, che l'uomo ha in comune con altri animali, deriva dall'attività percettivo-motoria di esplorazione dell'ambiente naturale ed ha la funzione pragmatica, di tipo economico-genealogico, della sopravvivenza dell'individuo e della specie. Nell'attività percettivo-motoria, un'*inferenza attiva* (cfr. Parr *et al.* 2022) sfocia nella figurazione di 'stati di cose' come modelli interpretativi della relazione immediata dell'individuo con l'ambiente; tali modelli sono memorizzati, continuamente riattivati ed eventualmente aggiornati.

La funzione pragmatica del linguaggio naturale (che ingloba le funzioni sintattica e semantica) è il prolungamento fonetico, in vista della comunicazione sociale, della prospezione di 'mondi possibili' alternativi a quello attuale. Questa prescissione di eventi dal contesto immediato, peculiare all'uomo, deriva dall'auto-coscienza, uno *sdoppiamento riflessivo* del sé nell'esplorazione della memoria autobiografica, con la funzione pragmatica di inglobare lo sviluppo individuale nell'evoluzione sociale. Nello sdoppiamento riflessivo del sé, l'*inferenza attiva* si prolunga in un'*inferenza concettuale* (di tipo abduttivo) che correla lo stato di cose del presente con stati di cose del passato e l'intenzione / aspettativa di stati di cose del futuro.

2.2. La gerarchia delle categorie dei segni e i tre tipi di inferenze

Il linguaggio fonetico dell'uomo non è l'unica forma di comunicazione sociale; diversi altri animali comunicano fra loro, oltre che con l'emissione di suoni più o meno articolati, con comportamenti ed espressioni facciali. Inoltre, fin dal paleolitico, il ritmo della musica e della danza, i comportamenti rituali, il gesto nell'utilizzazione di utensili, la rappresentazione visiva nell'arte e nel linguaggio figurato dei sogni, hanno accompagnato e talvolta preceduto l'acquisizione, nell'uomo, di un linguaggio fonetico. Infine, come afferma Peirce, 'il contenuto della coscienza, l'intera manifestazione fenomenica della mente è un segno risultante da inferenza'. Ciò indusse Peirce a fondare una teoria generale dei segni, o semiotica, di cui la teoria dei segni linguistici, anche se particolarmente importante, è un caso particolare.

In uno scritto del 1867, dal titolo *Una nuova lista di categorie* (citato in *Semiotica* 1980), Peirce pone a fondamento della nuova scienza della semiotica una gerarchia di tre categorie: i) la categoria della *Originarietà* (o Primità), ossia qualche cosa 'che è ciò che è senza riferimento ad alcunché d'altro... sciolto da qualsivoglia forza'; ii) la categoria della *Binarità* (o Secondità), cioè la 'forza bruta... nella relazione fra due oggetti', con le due tendenze opposte dell'azione e della reazione; e iii) la categoria della *Mediazione* (o Terzità), 'la quale consiste nel fatto che A e B sono realmente appaiati in virtù di un certo oggetto C' e nella presupposizione 'che gli effetti seguiranno le cause' in base a una legge. Peirce cita come esempio, rispettivamente, di Primità, Secondità e Terzità, l'*immediatezza* dell'esperienza del presente, la *causalità* nella memoria del passato, e la *finalità* nella prospezione del futuro.

Le tre categorie che Peirce pone a fondamento della semiotica — cioè della teoria generale della semiosi (o significazione) nella relazione dell'uomo con l'uomo e con la natura — sono un'evidente generalizzazione delle funzioni semantica, sintattica e pragmatica del linguaggio fonetico in vista della comunicazione sociale. Ma possono anche essere considerate una generalizzazione delle funzioni del linguaggio scientifico in vista della 'comunicazione' dell'uomo con la natura. Le tre categorie corrispondono infatti ai tre principi che Newton pone a fondamento della 'semantica' della fisica: il *principio dell'inerzia* di un corpo

isolato, il *principio dell'azione e reazione* delle forze di interazione fra due corpi e la *legge di gravitazione universale*, in cui il campo gravitazionale media l'interazione fra due corpi. Ma la funzione semantica della meccanica di Newton è offuscata dall'assunzione della concezione cartesiana della separazione fra soggetto e oggetto; questa comporta, a sua volta, l'offuscamento della funzione sintattica nella concezione di una dinamica puramente oggettiva, fondata sulla *causalità deterministica* e, infine, l'offuscamento della funzione pragmatica nella concezione illuministica del *progresso lineare* della scienza. Come vedremo fra poco, la meccanica quantistica considera invece, in modo adeguato, la funzione semantica dell'interazione fra soggetto e oggetto nella misurazione, la funzione sintattica di una dinamica fondata sulla *causalità probabilistica* e la funzione pragmatica della formulazione di ipotesi falsificabili e soggette alla selezione sociale, nell'*evoluzione* della scienza.

In uno scritto successivo, dal titolo *Grammatica speculativa* (citato in *Semiotica* 1980), Peirce definisce il Segno come qualcosa che da un lato è determinato da un Oggetto e dall'altro determina un'idea nella mente di un Interpretante, cioè con la triade Oggetto → Segno → Interpretante. Egli evidenzia la ricorsività della semiotica con la definizione di tre tricotomie di segni, la più importante delle quali è la seconda:

I segni sono divisibili secondo tre tricotomie: in primo luogo, secondo che il segno in se stesso sia una pura qualità, o un esistente effettivo, o una legge generale; in secondo luogo, secondo che la relazione del segno con il suo oggetto consista nel fatto che il segno ha qualche carattere in se stesso, o consista in qualche relazione esistenziale con quell'oggetto, oppure nella sua relazione con un interpretante; in terzo luogo, secondo che il suo Interpretante lo rappresenti come un segno di possibilità, o come un segno di fatto, oppure infine come un segno di ragione...

In base alla seconda tricotomia, un Segno può essere detto *Icona*, o *Indice* o *Simbolo*. Un'*Icona* è un segno che si riferisce all'Oggetto che essa denota semplicemente in virtù dei caratteri suoi propri, e che essa possiede nello stesso identico modo sia che un tale Oggetto esista effettivamente, sia che non esista... Un *Indice* è un segno che si riferisce all'Oggetto che esso denota in virtù del fatto che è realmente determinato da quell'Oggetto... Un *Simbolo* è un segno che si riferisce

all'Oggetto che esso denota in virtù di una legge, di solito un'associazione di idee generali, che opera in modo che il Simbolo sia interpretato come riferentesi a quell'Oggetto. (*Semiotica*, pp. 138–139, 139–140)

Particolarmente importante è inoltre il terzo segno della terza tricotomia dei segni, l'Argomento, che Peirce definisce come 'un Segno che, per il suo Interpretante, è un Segno di legge'. Peirce suddivide gli Argomenti in abduzione, deduzione e induzione. L'*abduzione* è l'interpretazione di una molteplicità di dati mediante singole ipotesi esplicative, risalendo dagli effetti alle cause. La *deduzione* è l'esplicazione, mediante rigorosa concatenazione causale, di conseguenze necessarie contenute nelle premesse. L'*induzione* è l'attribuzione, a tutti gli enti di un insieme, di caratteri comuni osservati per un campione preso a caso di enti dell'insieme. Solo la deduzione è un'inferenza certa, mentre l'abduzione e l'induzione sono inferenze probabili e, nella sequenza abduzione → deduzione → induzione del metodo scientifico, l'abduzione è l'inferenza più importante in quanto è la sola che produce innovazione.

Un'*Abduzione* è un metodo per formulare una predizione generale senza alcuna assicurazione positiva che essa risulterà valida né in un determinato caso né abitualmente. La sua giustificazione è che essa è l'unica possibile speranza di regolare razionalmente la nostra condotta futura, e che l'Induzione tratta dall'esperienza passata ci incoraggia fortemente a sperare che essa avrà successo nel futuro. (Ivi, p. 152)

In un saggio del 1934 dal titolo *La logica della scoperta scientifica*, Karl Popper afferma che "la scienza non è un sistema di asserzioni certe e stabilite una volta per tutte", ma un insieme "di ipotesi azzardate, di anticipazioni affrettate e premature", cioè una specie di bricolage, e che la logica della scoperta scientifica non è la deduzione (come volevano i razionalisti), e neppure l'induzione (come volevano gli empiristi), ma l'abduzione (in accordo con il pragmatismo di Peirce). Egli afferma inoltre che le ipotesi formulate dal ricercatore non sono verificabili, ma solo corroborabili o falsificabili, in quanto, nel dialogo che instaura con la natura, l'uomo ottiene, come risposta alle domande che pone alla natura con le sue ipotesi, dei flebili sì e dei decisi no.

2.3. Selezione nel codice e combinazione nel contesto. Il quadrato semiotico e i poli metaforico e metonimico

In *Saggi di linguistica generale* (1963), Roman Jakobson osserva che il messaggio è una combinazione di parti costitutive (frasi, parole, morfemi, fonemi e tratti distintivi) selezionate in 'quel deposito di tutte le possibili parti costitutive del discorso' che è il codice. I morfemi sono i costituenti ultimi della grammatica che possiedono un proprio *significato*, mentre i fonemi, costituiti da fasci di tratti distintivi, sono le minime unità *significanti* della fonematica; inoltre, 'il principio dicotomico che sottostà a tutto il sistema dei tratti distintivi' e la gerarchia di scelte binarie (con ridondanza) nelle sequenze di fonemi, accomunano la linguistica alla teoria matematica della comunicazione. Jakobson osserva che ogni atto linguistico è duplice in quanto implica, da un lato, la *selezione in un codice* ('gruppo sostitutivo' paradigmatico) di certe entità linguistiche, dall'altro la loro *combinazione in un contesto* ('gruppo d'ordine' sintagmatico). Egli così definisce la polarità combinazione–selezione:

1. La *combinazione*. Ogni segno è composto di segni costitutivi e/o appare in combinazione con altri segni. Questo significa che ogni unità linguistica serve al tempo stesso come contesto per unità più semplici e/o trova il suo proprio contesto in un'unità linguistica più complessa. Ne consegue che ogni insieme effettivo di unità linguistiche le riunisce in un'unità superiore: combinazione e contestualizzazione sono due aspetti dello stesso concetto.
2. La *selezione*. La selezione tra termini alternativi implica la possibilità di sostituire uno dei termini all'altro, equivalente al primo sotto un aspetto e diverso da esso sotto un altro. Quindi selezione e sostituzione sono due facce di una medesima operazione. (*Saggi di linguistica generale*, pp. 26–27)

Secondo la semiotica narrativa (Greimas 1983), le sequenze sintagmatiche delle strutture narrative possono essere considerate come l'attualizzazione di una struttura paradigmatica di base, la quale a sua volta è costituita dalla combinazione di strutture elementari della significazione, i *quadrati semiotici*: un quadrato semiotico è una modalità

dell'essere o del fare data dall'opposizione dei poli contraddittori ai due poli contrari di un asse semantico.

In *Saggi di linguistica generale* Jakobson osserva che, poiché i componenti di un contesto si situano in un rapporto di *contiguità*, mentre in un gruppo di sostituzione i segni sono legati fra loro da diversi gradi di *similarità* (che vanno dall'omonimia all'opposizione), la polarità sintattica combinazione–selezione può dar luogo, nello sviluppo narrativo di un discorso, alla polarità semantica *metonimia–metafora*.

Lo sviluppo di un discorso può aver luogo secondo due differenti direttrici semantiche: un tema conduce ad un altro sia per similarità sia per contiguità. La denominazione più appropriata per il primo caso sarebbe *direttrice metaforica*, per il secondo *direttrice metonimica*, poiché essi trovano la loro espressione più sintetica rispettivamente nella metafora e nella metonimia. Nell'afasia l'uno o l'altro di questi due processi è indebolito o totalmente bloccato; fatto che rende lo studio dell'afasia particolarmente illuminante per il linguista. (*Saggi di linguistica generale*, p. 40)

Egli inoltre osserva che la concorrenza fra i poli metonimico e metaforico è evidente in ogni processo simbolico, sia a livello individuale che sociale.

Così in uno studio sulla struttura dei sogni, il problema fondamentale è quello di sapere se i simboli e le sequenze temporali utilizzate sono fondati sulla contiguità ('spostamento' metonimico e 'condensazione' sineddoichica di Freud) o sulla similarità ('identificazione' e 'simbolismo' di Freud). I principi che stanno alla base dei riti magici sono stati ricondotti da Frazer a due tipi: incantesimi che si fondano sulla legge di similarità e quelli basati sull'associazione per contiguità. Il primo di questi due importanti rami della magia simpatetica è stato chiamato omeopatico o 'imitativo' e il secondo 'magia per contagio'. (Ivi, p. 44)

I tropi metaforico e metonimico evidenziano un *crocevia* nello sviluppo semantico di un percorso narrativo. In *Locale / globale* (1979), il matematico francese Jean Petitot osserva che nella struttura semantica

di un lessico non esistono termini primitivi (circolarità delle definizioni di un dizionario) né sensi propri (irriducibilità degli effetti dei tropi) e che “lo ‘spazio’ globale del lessico non può essere ottenuto per semplice estensione della struttura dei campi locali”. Uno spazio semantico globale ha una struttura topologica complessa, codificabile solo localmente: i tropi sono ‘operatori virtuali di incollamento’ tra campi semantici locali che si ricoprono parzialmente e il soggetto dell’enunciazione, con le sue ‘identificazioni translocali idiosincrasiche’, è il luogo in cui si costituisce il significato globale al di là delle codifiche dei campi locali.

Assumendo che lo ‘spazio’ globale del lessico sia munito di una naturale relazione di prossimità semantica tra lemmi lessicali (cioè di una sorta di ‘topologia’ canonica) i tropi stabiliscono delle identificazioni ‘a lungo raggio d’azione’ — translocali — tra i campi locali e ‘lo spazio di base’, giacché vi è sempre un momento in cui, per estensione, un senso ‘figurato’ associato a un campo di base diventa un senso ‘proprio’ per un campo diverso. Si può dunque dire che i tropi costituiscono la rappresentazione nell’ambito del codice stesso di uno stock aperto di operatori virtuali di incollamento tra campi locali. Il passaggio dal virtuale all’attuale di tali operatori dipende da una scelta... Non esiste uno ‘stato’ globale di base del lessico: i soli stati globali sono gli stati ‘eccitati’ definiti da una scelta opportuna degli operatori di incollamento e sono quindi l’espressione di un soggetto produttivo dell’enunciazione (*Locale / globale*).

Nel capitolo dal titolo *Metonimia in Proust di Figure III*, Genette così descrive l’intreccio di metonimia e metafora nella *Ricerca del tempo perduto* di Proust:

In apparenza nel meccanismo della reminiscenza si trova effettivamente solo l’analogico puro, dato che essa riposa sull’identità di sensazioni provate a grandissima distanza l’una dall’altra, nel tempo e/o nello spazio... Ma qualunque sia il momento in cui si manifesta il ruolo di ciò che... ci piacerebbe chiamare il *detonatore* analogico, l’essenziale ora è notare come questa prima esplosione sia sempre accompagnata... da una sorta di reazione a catena precedente non più per analogia, ma per contiguità, cioè precisamente il momento in cui il contagio metonimico (o, per usare il termine dello stesso Proust, l’*irradiazione*), prende il posto dell’evocazione metaforica...

La solidità indistruttibile della scrittura... non può risultare dalla sola linea orizzontale stabilita dalla traiettoria metonimica; ma non vediamo neppure come potrebbe sopperirvi il solo legame verticale del rapporto metaforico... Solo l'incrocio di una trama metonimica e di un catena metaforica assicura la coerenza, la coesione 'necessaria' del *testo*... Poiché è la metafora a ritrovare il tempo perduto, ma è la metonimia a rianimarlo, e a metterlo in movimento... (*Figure III*, pp. 57, 58-59, 63, 66)

In *Saggi di linguistica generale* Jakobson distingue, nella comunicazione linguistica, quattro tipi di coppie nella relazione fra il messaggio M e il codice C: i) il messaggio che rinvia al messaggio (M/M), come ad esempio la citazione, che è 'un enunciato all'interno di un altro enunciato'; ii) il messaggio che rinvia al codice (M/C), cioè 'ogni interpretazione volta a chiarire parole e frasi'; iii) il codice che rinvia al messaggio (C/M), come i pronomi personali 'io' che designa il mittente e 'tu' che designa il destinatario del messaggio, che 'rientrano nelle acquisizioni più tardive del linguaggio'; iv) il codice che rinvia al codice (C/C), come i nomi propri, il cui significato 'non può definirsi al di fuori di un rinvio al codice'.

Al fine di classificare le categorie verbali, Jakobson introduce poi due distinzioni di base: la distinzione fra l'*enunciazione* stessa (E) ed il suo oggetto o *enunciato* (e); la distinzione fra l'atto o *processo* stesso (P) e uno qualsiasi dei suoi *protagonisti* (p). Egli quindi distingue quattro classi: i) un processo dell'enunciazione (PE); ii) un evento raccontato o processo dell'enunciato (Pe); iii) un protagonista del processo dell'enunciazione (pE), mittente o destinatario; iv) un protagonista del processo dell'enunciato (pe).

2.4. La correlazione fra il linguaggio fonetico lineare e il linguaggio visuo-spaziale dei sogni

Negli uccelli e nei mammiferi, animali *omeotermi* che si distinguono dai rettili per la cura della prole e per un certo sviluppo della comunicazione sociale, i sensi più sviluppati sono l'udito e la vista. Nell'uomo, l'emissione / ricezione di suoni viene reclutata nella composizione dei

sintagmi narrativi del linguaggio *fonetico* (lineare) della veglia, in vista della comunicazione fra gli individui, mentre la percezione visiva viene reclutata nella composizione dei sintagmi narrativi del linguaggio *visuo-spaziale* dei sogni, in vista della comunicazione di un individuo con se stesso; lo sviluppo individuale dei due linguaggi è inoltre caratterizzato da una successione di fasi parallele, strettamente correlate fra loro (cfr. Foulkes 1978). D'altra parte, il sonno REM (*rapid eye movement*), che nell'uomo è un indice della produzione di sogni, è presente sia negli uccelli che nei mammiferi, ma non nei rettili. Tutto ciò induce a pensare che vi sia una correlazione fra lo sviluppo progressivo, dagli uccelli all'uomo, di un linguaggio visivo, individuale, e di un linguaggio fonetico, interindividuale, nell'evoluzione della comunicazione sociale.

In un saggio del 2022 dal titolo *The Neurocognitive Theory of Dreaming*, il neuroscienziato americano William Domhoff riassume il risultato dell'analisi statistica di diverse centinaia di sogni, riportati (in laboratorio o privatamente) da uomini e donne di diversa età, cultura e nazionalità. Tale analisi statistica dimostra che i sogni di persone molto diverse fra loro hanno molti caratteri in comune: i) i sogni compongono sequenze narrative visuospatiali in cui prevale la *simulazione incorporata* di relazioni interpersonali fra il sé e persone importanti della storia personale del sé; ii) in queste relazioni il sé assume prevalentemente il ruolo passivo e compaiono emozioni sia positive che negative, con una maggiore frequenza di relazioni negative; iii) nonostante le evidenti discontinuità nella rappresentazione visuospatiali, vi è *consistenza* nel tempo e nel contenuto dei sogni e *continuità* fra questi contenuti e le preoccupazioni e gli interessi della vita diurna; iv) i sogni riportati in laboratorio, al risveglio immediato dopo le fasi REM, sono meno coerenti di quelli riportati in seguito (probabilmente a causa dell'elaborazione secondaria); v) vi è un stretta correlazione fra la maturazione nello sviluppo del linguaggio onirico e la maturazione nello sviluppo del linguaggio fonetico dalla fanciullezza all'età matura; vi) non vi è simbolismo nei sogni, cioè il contenuto manifesto dei sogni non rinvia a un diverso contenuto latente. Domhoff riporta i risultati delle neuroimmagini che dimostrano che la coscienza onirica e la coscienza della veglia hanno un substrato neurale comune (il *default network*), ma conclude il suo saggio affermando che i sogni non hanno alcuna funzione adattiva.

In effetti i sogni non hanno, né la funzione adattiva *economica* della sopravvivenza dell'individuo, né la funzione adattiva *genealogica* della preservazione della specie, ma hanno probabilmente la funzione *semiotica* dell'adattamento della semiosi individuale alla semiosi sociale.

Un saggio del 1992 dal titolo *Un modello probabilistico del processo onirico e la sua applicazione ai sogni prodotti in analisi*, riporta il risultato di una mia collaborazione con lo psicoanalista Alessandro Pesavento, in cui abbiamo applicato il calcolo delle probabilità allo studio delle sequenze di scene nei sogni riportati da un paziente borderline durante quattro anni di trattamento psicoanalitico. Dopo avere definito otto scene fondamentali per mezzo di tre tratti distintivi desunti dalle tre polarità freudiane della vita psichica (Freud 1915), abbiamo dimostrato che le sequenze di scene nei sogni non sono del tutto casuali, ma tendono a costituire strutture narrative dotate di significato e che l'evoluzione *causale-probabilistica* delle più probabili sequenze di scene oniriche corrisponde da vicino all'evoluzione delle principali sequenze di relazioni oggettuali manifestate dal paziente durante l'analisi.

In un saggio successivo dal titolo *La signora del piano di sopra. Struttura semantica di un percorso narrativo onirico*, abbiamo applicato la grammatica funzionale, la semiotica narrativa e la semantica dei mondi possibili della logica allo studio puntuale della struttura narrativa di un gruppo di sogni riportati dal paziente durante quattro mesi di analisi. Mentre il linguaggio fonetico ha l'evidente funzione pragmatica della comunicazione sociale del soggetto, il linguaggio visuospatiale dei sogni ha la funzione pragmatica, apparentemente strana, della comunicazione del soggetto con se stesso. Nella narrazione onirica vi è uno *sdoppiamento riflessivo* del sé, che è insieme narratore e protagonista, e il sé viene messo in scena come un attante (il *Sê*) in relazione con altri attanti (l'*Altro*) in cui il Sé ha un ruolo prevalentemente passivo.

Lo studio evidenzia tre livelli di profondità della semiosi onirica, inclusi l'uno nell'altro, in cui predominano, rispettivamente, relazioni triadiche di *comunicazione* (prospezione), relazioni diadiche di *azione* e *analessi* (retrospezione). A ciascun livello i sogni sono tendenzialmente raggruppati in macrostrutture narrative date dall'attualizzazione in catene sintagmatiche di *assi semantici*, con polarità prevalentemente negativa, e di *quadrati semiotici*, con modalità prevalentemente epistemica

e deontica. La narrazione onirica è resa particolarmente complessa dalla continua comunicazione fra i livelli, sia nelle macrostrutture che nella combinazione delle macrostrutture fra loro, in un groviglio che è difficilmente districabile.

Nelle macrostrutture in cui prevalgono relazioni triadiche di comunicazione, un'*isotopia narrativa* — che consiste in una 'irradiazione spaziale metonimica' in ciascuno dei sogni di un gruppo di quattro sogni prodotti da una 'deflagrazione temporale metaforica' — permette di identificare i diversi attori di un unico ruolo attanziale del soggetto del *fare persuasivo*, nell'ambito della comunicazione tra l'Altro e il Sé. In tale comunicazione l'Altro introduce come topic una parte dell'informazione pragmatica del Sé per poi focalizzare l'attenzione sulla parte di questa informazione (focus) su cui intende apportare delle modifiche. Si può congetturare che un'*isotopia* di questo tipo corrisponda, nell'ambito di una semantica dei mondi possibili propria di una logica intensionale (Hintikka 1975), alla *trans world line* che identifica nei diversi possibili stati di cose le controparti di un unico 'concetto individuale' che corrisponde all'atteggiamento proposizionale del fare persuasivo.

Nelle macrostrutture in cui prevalgono relazioni diadiche, inferenze abduttivo-deduttive (con modalità deontica) concernono l'*identificazione* degli attanti in azioni di predazione (con polarità sia aggressiva che libidica) in cui il sé è coinvolto con un ruolo prevalentemente passivo.

Nelle macrostrutture in cui prevalgono analessi, inferenze abduttivo-deduttive concernono gli effetti presenti di eventi catastrofici irreversibili, con *perdita di valore* del Sé, derivanti da cause passate.

I nessi sintattici all'interno dei singoli sogni, i nessi inferenziali fra coppie di sogni, gli incollamenti semantici, con i tropi metonimico e metaforico, fra i quattro sogni delle macro-strutture narrative e, infine, il complesso intreccio fra le macro-strutture dei diversi livelli semiotici, regolano nel loro insieme la produzione di un percorso narrativo in parte regolare, in parte caotico, che nel complesso costituisce un testo relativamente strutturato.

È così possibile analizzare la dinamica di base e la struttura topologica della produzione semio-narrativa, discorsiva e testuale del

paziente durante il periodo di sonno REM preso in considerazione... L'evoluzione, nel corso dell'analisi, del percorso narrativo onirico preso in considerazione induce a pensare che ogni spazio semantico globale, avendo una 'configurazione critica' che governa gli incollamenti semantici che lo caratterizzano, rappresenti una specifica regolazione psichica del soggetto dell'enunciazione: compito della relazione analitica sarebbe 'ridiscendere' dai discorsi del soggetto a tali singolarità organizzatrici per 'risalire' a partire da esse verso la trasformazione di una specifica regolazione psichica e della performance esistenziale che ad essa consegue. (*La signora del piano di sopra*, p. 17)

2.5. La dialettica dei tre principali livelli di coscienza e il cinema

Come vedremo meglio nella seconda parte del saggio, si possono distinguere, nell'uomo, tre fondamentali livelli di coscienza: la coscienza primaria, la coscienza onirica e la coscienza secondaria, in relazione dialettica fra loro. La *coscienza primaria* (*tesi*: veglia), è una 'messa in scena', con funzione adattiva, della relazione immediata fra il sé e l'ambiente, in cui la rappresentazione visuospatiale di uno 'stato di cose' deriva da una 'pre-scissione' di qualia nell'esplorazione percettivo-motoria del contesto attuale. Nella coscienza primaria, la vividezza della rappresentazione visuospatiale di entità individuali immediatamente presenti offusca la funzione di interpretante del sé riducendo i qualia a *icone* dell'immediatezza soggettiva o a *indici* di una relazione diadica di 'rispecchiamento' della realtà oggettiva. La rappresentazione visuospatiale di una varietà di stati di cose, in diversi contesti spaziali e temporali, viene immagazzinata nella memoria a lungo termine.

La *coscienza onirica* (*antitesi*: sonno) recluta dalla memoria autobiografica aspetti salienti di stati di cose in diversi contesti spaziali e temporali, con una 'pre-scissione allucinatoria' dalla loro effettiva localizzazione spazio-temporale, per combinarli fra loro (in modo per lo più imprevedibile) in una narrazione visuospatiale in cui prevale l'*incorporazione simulata* di relazioni attanziali frequenti nella vita diurna. Nella concatenazione causale-probabilistica delle scene oniriche, la cui probabile funzione pragmatica è di adattare la semiosi individuale alla semiosi sociale, il sé appare sia come attante (il Sé) nella relazione con gli

altri attanti (l'*Altro*), sia come narratore, in una 'comunicazione autistica' in cui lo sdoppiamento del sé nei ruoli di mittente e di destinatario del messaggio prelude all'autocoscienza. I tropi metonimico e/o metaforico segnano i crocevia nel percorso narrativo onirico, dovuti a cambiamenti di contesto e/o di codice.

Nella *coscienza secondaria* (*sintesi*: veglia), una prospezione visuospatiale di 'mondi possibili' alternativi a quello attuale, che deriva dallo *sdoppiamento riflessivo del sé* nell'esplorazione della memoria autobiografica, viene incorporata nella semiosi sociale e resa comunicabile con la parola. Le inferenze individuali, di tipo visuospatiale, danno luogo così ad astratte inferenze concettuali, espresse in un linguaggio verbale (interiore e/o esteriorizzato), che correlano il concreto stato di cose del presente con stati di cose del passato e con l'intenzione/aspettativa di stati di cose del futuro, nella semiosi autocosciente della relazione del soggetto con la società e con la natura. Nella coscienza secondaria, le narrazioni visive (con codificazione *analogica*) della coscienza onirica vengono soppiantate dalle narrazioni astratte (con codificazione *digitale*) del linguaggio fonetico (tranne, forse, che nel caso della schizofrenia e/o dell'autismo), mentre i qualia della coscienza primaria vengono inglobati e resi comunicabili tramite le funzioni semantica e sintattica del linguaggio fonetico.

È interessante osservare che, nel cinema sonoro (e negli audiovisivi in genere), i tre livelli di precissione della coscienza sono combinati fra loro: la 'precissione dei qualia' nelle riprese in diversi contesti spazio-temporali, la 'precissione allucinatoria' dalla loro effettiva localizzazione spazio-temporale, per combinarli in un montaggio visivo, discontinuo a tratti, in cui prevale la simulazione di relazioni attanziali — simulazione in cui diversi attori possono interpretare lo stesso ruolo e un attore può interpretare ruoli diversi — e, infine, l'introduzione dei dialoghi degli attori e la comunicazione del regista, soggetto dell'enunciazione, con lo spettatore. È come se, con il prolungamento della semiosi nella tecnologia negli audiovisivi, le coscienze individuali delle specie semiotiche fossero ulteriormente precise dal livello individuale per divenire trasferibili nella comunicazione sociale ed essere eventualmente incorporate negli automi di una nuova specie evolutiva.

Il flusso di coscienza non è continuo, ma discontinuo, con prevalenza del ritmo alfa (con periodo di un decimo di secondo), come nel caso

del film; inoltre nel corso di una notte vengono prodotti in media quattro sogni, ciascuno della durata di 15–20 minuti, per un tempo complessivo di 60–80 minuti, come nel caso di un film a episodi in cui il regista è anche protagonista. In un saggio interessante del 1993, dal titolo, *Le signifiant imaginaire. Psychanalyse et cinéma*, Christian Metz ha paragonato fra loro il linguaggio fonetico, il linguaggio visuospaziale dei sogni e il linguaggio visivo del cinema, evidenziando il fatto che i tropi metonimico e metaforico non solo sono comuni al linguaggio fonetico e al linguaggio onirico, ma compaiono anche nel cinema, e che i primi piani, le dissolvenze incrociate, il flashback, il piano sequenza e il montaggio sono comuni alla narrazione onirica e alla narrazione filmica.

2.6. L'evoluzione del linguaggio per mutazione fonetica e analogia grammaticale

Nella Parte terza del *Corso di linguistica generale* (1916), dal titolo *Linguistica diacronica*, Ferdinand de Saussure affronta il problema dell'evoluzione della lingua. Osservando che “molti cambiamenti creati grammaticali si risolvono in cambiamenti fonetici” egli ribadisce che “la fonetica è il primo oggetto della linguistica diacronica” e che “si fa della grammatica storica” studiando i cambiamenti fonetici e le conseguenze grammaticali che ne derivano.

Se si cerca di valutare l'effetto di tali cambiamenti, si vede molto presto che esso è illimitato e incalcolabile, vale a dire che non è possibile prevedere dove i cambiamenti si arresteranno... Questo carattere delle mutazioni fonetiche dipende dalla qualità arbitraria del segno linguistico, che non ha alcun legame con la significazione... Il fenomeno fonetico è inoltre illimitato e incalcolabile nel senso che tocca qualunque tipo di segno, senza fare distinzioni tra un aggettivo, un sostantivo ecc., tra un radicale, un suffisso, una desinenza ecc. ... Se dunque i fenomeni fonetici non sono arrestati da alcun limite essi devono apportare una perturbazione profonda nell'organismo grammaticale. È sotto questo aspetto che li considereremo subito appresso. (*Corso di linguistica generale*, pp. 183–185)

Saussure constata che “il più vasto e ordinario dei fatti grammaticali in cui i cambiamenti fonetici giochino un ruolo” è l'*alternanza*.

Si constata che l'alternanza è d'ordinario distribuita tra più termini in modo regolare, e che essa coincide con un'opposizione importante di funzione, di categoria e di determinazione. È possibile parlare di leggi grammaticali di alternanza; ma queste leggi non sono che un risultato fortuito dei fatti fonetici che ad esse han dato origine. Creando tali fatti una opposizione fonica regolare tra due serie di termini presentanti una opposizione di valore, lo spirito si impadronisce della differenza materiale per renderla significativa e farle sorreggere la differenza concettuale... Tutto ciò conferma quel che s'è detto del carattere strettamente grammaticale dell'alternanza. (Ivi, pp. 192–193)

La perturbazione profonda nell'organismo grammaticale provocata dalla mutazione fonetica è bilanciata da un'*analogia* con le alternanze. “L'analogia implica un modello e la sua imitazione regolare”: ad esempio, il mutamento fonetico honosem → honorem produce honor per analogia con l'alternanza orator–oratore.

Oltre all'alternanza, un altro vasto e ordinario fatto grammaticale può fornire un modello all'analogia. In ogni lingua vi sono parole più o meno decomponibili: nelle lingue lessicologiche (come il cinese) prevalgono le parole semplici, mentre nelle lingue grammaticali prevalgono le parole composte per *agglutinazione*.

L'agglutinazione consiste nel fatto che due o più termini originariamente distinti, ma che si incontrano frequentemente in sintagma all'interno della frase, si saldano in una unità assoluta o difficilmente analizzabile. (Ivi, p. 212)

L'agglutinazione opera unicamente nella sfera sintagmatica, è “un semplice processo meccanico” che, lasciato a sè, “produce soltanto parole indecomponibili ed improduttive” ma può fornire un modello per la produzione intenzionale di unità nuove per analogia. Ad esempio la parola nuova in–décor–able deriva per analogia da in–connu, décor–er e pardonnable.

Così tutto è grammaticale nell'analogia; ma aggiungiamo immediatamente che la creazione che ne è lo sbocco non può non appartenere inizialmente alla *parole*; essa è l'opera occasionale d' un soggetto isolato... Niente entra nella lingua senza essere stato saggiato nella *parole* e tutti i fenomeni evolutivi hanno la loro radice nella sfera dell'individuo... La lingua conserva solo una minima parte delle creazioni della *parole*; ma quelle che durano sono abbastanza numerose perché da un'epoca all'altra la somma delle forme nuove conferisca al vocabolario e alla grammatica una fisionomia affatto diversa... Ogni volta che una creazione si stabilisce definitivamente ed elimina il suo concorrente, vi è veramente qualche cosa di creato e qualche cosa di abbandonato, ed a questo titolo l'analogia occupa un posto preponderante nella teoria dell'evoluzione... Ma essa agisce non meno profondamente come fattore di conservazione puro e semplice... Nei due casi si tratta dello stesso principio psicologico. Per rendersene conto, basta ricordarsi che il suo principio è in fondo identico a quello del meccanismo del linguaggio. (Ivi, pp. 200, 203–204, 207)

L'analogia può essere considerata come un prolungamento semiotico dell'exaptation biologica. Ciò è suggerito da un'evidente correlazione fra l'evoluzione biologica e l'evoluzione semiotica:

- i) Nell'evoluzione biologica, *mutazioni genetiche* casuali (rispetto al fenotipo), producono — per *exaptation* nella gerarchia di un organismo — cambiamenti al livello dell'individuo che, in seguito a selezione ambientale, divengono cambiamenti al livello della specie.
- ii) Nell'evoluzione semiotica, *mutazioni fonetiche* casuali (rispetto al significato), producono — per *analogia* con le alternanze e le agglutinazioni nella gerarchia di una grammatica — cambiamenti al livello della parola che, in seguito a selezione sociale, divengono cambiamenti al livello della lingua.

Nella Parte quarta del *Corso di linguistica generale*, dal titolo *Linguistica geografica*, Saussure affronta il problema della distribuzione geografica delle lingue:

Ciò che colpisce anzitutto nello studio delle lingue è la loro diversità, le differenze linguistiche che appaiono quando si passa da un da un paese

all'altro o perfino da un circondario a un altro. Se le divergenze nel tempo sfuggono spesso all'osservatore, le diversità nello spazio saltano immediatamente agli occhi; gli stessi selvaggi le percepiscono, grazie ai contatti con altre tribù parlanti un'altra lingua. È appunto mediante questi confronti che un popolo prende coscienza del suo idioma. (Ivi, p. 233)

Tale distribuzione spaziale è complicata dalla coesistenza di più lingue in uno stesso territorio, in seguito a invasioni, colonizzazioni o semplici migrazioni. Come nel caso della macroevoluzione delle specie, la complessa distribuzione geografica nell'evoluzione delle lingue è dovuta alla composizione di due forze opposte che agiscono, l'una a livello locale, l'altra a livello globale:

Per lo spirito di campanile una comunità linguistica ristretta resta fedele alle tradizioni sviluppatesi nel suo seno. Queste abitudini sono le prime che ogni individuo assimila nell'infanzia; da qui la loro forza e persistenza... Ma i loro effetti sono corretti dalla forza opposta. Se lo spirito di campanile rende gli uomini sedentari, l'interscambio li obbliga a comunicare tra loro... È all'interscambio che si deve l'estensione e la coesione di una lingua. Esso agisce in due modi: a volte negativamente: previene il frazionamento dialettale soffocando un'innovazione nel momento in cui sorge in un punto; a volte positivamente: favorisce l'unità accettando e propagando tale innovazione. (Ivi, pp. 249–250)

E come nel caso dell'evoluzione biologica, la continuità nell'evoluzione delle lingue è punteggiata da bruschi cambiamenti:

La famiglia indoeuropea è un esempio caratteristico. Queste lingue dovettero essere inizialmente in un rapporto assai stretto e formare una catena ininterrotta di aree linguistiche di cui noi possiamo ricostituire nelle grandi linee le principali ... E tuttavia quando ci facciamo a considerare una frontiera tra due gruppi di idiomi, per esempio la frontiera germanico-slava, vi è un salto brusco senza transizione; i due idiomi si scontrano invece di fondersi l'uno nell'altro. Il fatto è che i dialetti intermedi sono spariti. Né slavi, né germani sono restati immobili; essi sono migrati, hanno conquistato territori a spese gli uni degli altri; le

popolazioni slave e germaniche che ora sono vicine non sono quelle che un tempo erano a contatto. (Ivi, p. 248)

Nella Parte quinta del *Corso di linguistica generale*, Saussure affronta il problema della relazione fra il carattere etnico e il tipo linguistico di un gruppo sociale. Egli constata che vi è un rapporto di reciprocità fra etnismo e lingua: il legame sociale tende a creare la comunione linguistica ed imprime forse certi caratteri all'idioma comune; inversamente, è la comunione linguistica che costituisce, in una certa misura, l'unità etnica. Ma, anche se la comunità di lingua permette di affermare la comunità sociale, la lingua non offre notizie precise sui costumi e le istituzioni del popolo che la usa, ma solo alcuni tratti generali (relativi, ad esempio, ai rapporti di parentela). La lingua non è sottomessa direttamente allo spirito dei soggetti parlanti e nessuna famiglia di lingue appartiene di diritto e per sempre a un tipo linguistico, perché le lingue si evolvono, più o meno lentamente, in seguito a mutamenti fonetici:

Così il progressivo indebolimento del meccanismo flessionale... è generale nelle lingue indoeuropee, benché esse presentino sotto questo profilo differenze notevoli... Per contraccolpo si è assistito allo stabilirsi, altresì abbastanza generale, d'un ordine più o meno fisso per la costruzione delle frasi, e i procedimenti analitici d'espressione hanno teso a sostituire i procedimenti sintetici, con i valori casuali retti da preposizioni... le forme verbali costruite mediante ausiliari ecc. ... Quando si confrontano le lingue semitiche con il protosemítico ricostruito, si è a prima vista colpiti dalla persistenza di certi caratteri... dei quali parecchi si oppongono in modo rilevante a quelli dell'indoeuropeo... Il tratto più rimarchevole concerne la costituzione delle radici; esse comprendono regolarmente tre consonanti... [che] esprimono il 'senso concreto' delle parole, il loro valore lessicologico, mentre le vocali... denotano esclusivamente i valori grammaticali mediante il gioco delle loro alternanze. (Ivi, pp. 280–281)

Come vedremo nella seconda parte di questo saggio, l'“incorporazione” di una lingua nell'etnismo di una specie semiotica richiede una sintesi sociale fra la lingua, il ‘patrimonio genetico della semiosi’, e un'*epigenesi semiotica* nei contesti spaziali e temporali specifici della comunità sociale.

CAPITOLO III

BIOSEMIOTICA E INFORMAZIONE QUANTISTICA

3.1. Semiotica e meccanica quantistica

In due articoli, del 1906 e del 1907, Peirce distingue i termini dalle cornici predicative nella combinazione degli atti semantici del riferire e del predicare. Egli nota che i concetti si combinano come elementi chimici, in quanto ciascun concetto ha di per sé una valenza cui corrisponde il numero dei posti argomentali dei predicati, e che non ci possono essere concetti non decomponibili con valenza maggiore di tre. In un articolo del 1906, riportato in *Semiotica* 1980, C.S. Peirce evidenzia l'*indefinitezza* dei segni linguistici e la *complementarità* predicato–termine in un modo che ricorda da vicino il principio di indeterminazione e la complementarità onda–particella della teoria dei quanti:

Nessuna cognizione e nessun Segno è preciso in modo assoluto... E l'indefinitezza è di due tipi: indefinitezza riguardo all'Oggetto del Segno, e indefinitezza riguardo all'Interpretante, ovvero indefinitezza in Estensione e in Profondità... Una Proposizione ordinaria riesce a veicolare ingegnosamente una nuova informazione attraverso Segni la cui virtù di comunicare dipende interamente dalla familiarità dell'interprete con essi Segni; e ciò avviene attraverso un "Predicato", cioè un termine esplicitamente indefinito in estensione, e che definisce la sua estensione per mezzo di "Soggetti", ovvero termini la cui estensione è

in una certa misura definita, ma la cui profondità informativa... è indefinita, mentre per converso la profondità dei Soggetti è in una certa misura definita dal Predicato. Un Predicato può essere: non-relativo, ovvero una *monade*, quando è esplicitamente indefinito sotto un solo aspetto estensionale, come a esempio "nero"; relativo diadico o diade, come a esempio "uccide"; relativo poliadico, come a esempio "dà"... Si osservi che sotto il termine "Soggetto" io includo non soltanto il soggetto nominativo ma anche quanto i grammatici chiamano oggetto, diretto o indiretto, insieme, a volte, a nomi retti da preposizioni. (*Semiotica*, pp. 236-37)

Questa analogia, apparentemente strana, è dovuta al fatto che la *semiosi* del linguaggio naturale e la *misurazione* della teoria dei quanti hanno in comune una relazione fra due livelli gerarchici (la realtà e la sua interpretazione), con una combinazione ricorsiva fra termini che si riferiscono a entità individuali e predicati che assegnano proprietà o relazioni. Nella meccanica di Newton, la continuità e la *causalità deterministica* nell'evoluzione dell'insieme degli stati di un sistema dinamico sono in stretta relazione con l'ipotesi cartesiana che la dinamica dell'oggetto è indipendente dal soggetto dell'osservazione. La meccanica quantistica è un 'prolungamento' della meccanica newtoniana che considera l'intervento del soggetto e tiene conto del fatto che l'inevitabile interferenza, nella misurazione, fra il soggetto dell'osservazione e l'oggetto osservato comporta l'introduzione, in fisica, della correlazione fra due livelli gerarchici: il livello degli stati *possibili* e il livello degli stati *osservati* del sistema. L'evoluzione dell'insieme degli stati possibili di un sistema dinamico è continua e soggetta a causalità deterministica. La discontinuità quantistica nella sequenza degli stati osservati è dovuta al fatto che la continuità nell'evoluzione degli stati possibili del sistema è 'punteggiata' dall'intervento delle misurazioni. La *causalità probabilistica* nella sequenza e nel tipo di stati osservati, è dovuta a una *scelta fra gli stati possibili* del sistema, il cui risultato dipende sia dall'ordine temporale delle misurazioni che dall'uso di strumentazioni specifiche (tendenti ad evidenziare la determinazione di particella o la determinazione di onda) la cui funzione pragmatica è di origine sociale. Poiché, nella 'semiosi' della teoria dei quanti, la misurazione comporta l'interazione fra osservatore e osservato, ciascuno stato del sistema dinamico

è denotato da una coppia di vettori complessi coniugati, il ket $|x\rangle$ e il suo duale bra $\langle x|$, mentre il valore della grandezza osservabile O è un numero reale che risulta dall'applicazione $\langle x|Op|x\rangle$ dell'operatore Op di O ai vettori duali dello stato. Nella teoria dei quanti, la funzione 'semantica' della misurazione è poi inglobata nella funzione 'sintattica' della determinazione della dinamica del sistema, e quest'ultima è infine inglobata nella funzione 'pragmatica' dell'eventuale falsificazione nella comunicazione con la natura e dell'eventuale accettazione nella convenzione sociale.

3.2. Gli esseri viventi come agenti semiotici

Come si è visto sopra, nel razionalismo della filosofia cartesiana e nel determinismo causale della meccanica di Newton, l'oggettività e la continuità della conoscenza sono state acquisite a scapito di una drastica separazione dell'oggetto dal soggetto della conoscenza. Nei primi decenni del XX secolo, la considerazione dell'inevitabile intervento del soggetto nell'*interpretazione del significato* dell'atto conoscitivo (semiosi) ha innescato un radicale mutamento di paradigma in diversi ambiti della conoscenza, con l'introduzione: i) dell'intenzionalità del soggetto, nella fenomenologia di Husserl, ii) dell'interpretazione del linguaggio onirico e della distinzione fra i livelli di coscienza, nella psicoanalisi freudiana (vedi Sez. 2.4 e 2.5 del Capitolo 2) e, soprattutto, iii) della discontinuità e della causalità probabilistica, nella misurazione della teoria dei quanti (vedi Sez. 3.1). Un analogo mutamento di paradigma ha introdotto, in biologia, la notevole concezione che, in generale, gli esseri viventi si distinguono dai corpi inanimati in quanto *agenti interpretanti* del significato di uno scambio di informazione fra l'organismo e il suo ambiente. Nell'*Introduzione* del suo scritto fondamentale del 1920, dal titolo *Biologia teoretica*, il biologo Jakob von Uexküll afferma:

Tutti i tentativi di scoprire la realtà dietro al mondo dei fenomeni, vale a dire trascurando il soggetto, sono sempre naufragati, poiché il soggetto gioca il ruolo decisivo nella costruzione del mondo fenomenico e non c'è quindi un mondo al di là del mondo fenomenico. *Ogni*

realtà è apparenza soggettiva – questo deve costituire la grande e fondamentale conoscenza anche nella biologia... Con il riconoscimento che gli oggetti sono fenomeni che devono la loro costruzione a un soggetto, calchiamo l'antico e sicuro terreno che Kant ha preparato in un modo unico nel suo genere per sorreggere l'edificio di tutta la scienza naturale... Il compito della biologia consiste nell'estendere in due direzioni i risultati dell'indagine di Kant, vale a dire: 1) considerare il ruolo giocato dal nostro corpo, in particolare dai nostri organi di senso e dal nostro sistema nervoso centrale, e 2) indagare le relazioni degli altri soggetti (cioè degli animali) con gli oggetti. (*Biologia teoretica*, p. 9)

Secondo Uexküll, “è possibile abbozzare uno schema comune in base al quale vengono edificati tutti i piani costruttivi degli animali e gli ambienti che da essi dipendono”. Ciascun organismo vivente (a partire dalla cellula) è caratterizzato, da un lato, dalla separazione fra un ambiente interno e un ambiente esterno, dall'altro, dalla comunicazione fra i due ambienti per mezzo di *organi recettori* e di *organi effettori*. Gli oggetti dell'ambiente (*umwelt*) che sono essenziali per la sopravvivenza dell'individuo e della specie sono i portatori di caratteri percettivi ed effettuali che sono significativi per il soggetto, mentre la trasmissione degli effetti di questi caratteri dagli organi recettori agli organi effettori costituisce il mondo interiore (*innenwelt*) del soggetto:

Possiamo vedere come il soggetto animale avvolga l'oggetto con i suoi recettori ed effettori. Le proprietà dell'oggetto, che agiscono sui recettori, formano i 'portatori dei caratteri percettivi' per il soggetto. Sotto il loro influsso, il soggetto mette in attività i suoi effettori, che a loro volta imprimono a determinate proprietà dell'oggetto i loro caratteri effettuali. In tal modo, queste diventano i 'portatori di caratteri effettuali' del soggetto. I portatori di caratteri percettivi e i portatori di caratteri effettuali vengono tenuti insieme dalla controstruttura dell'oggetto, che chiude il circuito funzionale. Gli effetti, che portano dai portatori del carattere percettivo ai recettori, si svolgono nel 'mondo percettivo' del soggetto. Gli effetti degli effettori sul portatore del carattere effettuale dell'oggetto hanno invece luogo nel 'mondo effettuale' del soggetto. La trasmissione degli effetti dai recettori agli effettori si compie infine nel suo 'mondo interiore'. (Ivi, p. 125)

Uexküll riteneva che gli organismi viventi non potessero essere considerati come ‘macchine fisico–chimiche’ e che la ‘conformità ad un piano’ della loro organizzazione richiedesse lo sviluppo di una nuova scienza, la *biologia teoretica*.

In un breve saggio del 1943, dal titolo *Che cos'è la vita?*, Erwin Schrödinger si chiede se le leggi della fisica e della chimica sono in grado di spiegare la vita. Egli, da un lato, considera il fatto che:

Solo quando interviene un numero di atomi enormemente grande le leggi statistiche cominciano ad operare e a dirigere il comportamento dell'insieme con un'accuratezza crescente, via via che cresce il numero degli atomi in gioco. È in questo modo che gli eventi assumono una fisionomia effettivamente ordinata. Tutte le leggi fisiche e chimiche, delle quali si sa che svolgono una funzione importante nella vita dell'organismo, sono leggi di natura statistica; ogni altra specie di leggi e di ordine che ci si possa immaginare sarebbe perpetuamente disturbata e resa inoperante dagli incessanti moti di agitazione termica degli atomi. (*Che cos'è la vita?*, p. 19)

D'altro lato, egli considera il fatto che la discontinuità quantistica dei livelli energetici degli atomi è in grado di spiegare la stabilità di ‘cristalli aperiodici’ costituiti da un numero relativamente piccolo di atomi, come i geni del codice genetico. Inoltre, specie nelle molecole più complesse, lo stesso gruppo di atomi può unirsi in vari modi diversi per formare nuove configurazioni stabili (isomeri): la produzione di isomeri richiede però l'intervento di catalizzatori o il salto quantico a nuovi livelli energetici per mutazione. La teoria dei quanti sembra dunque in grado di spiegare la stabilità e il riordinamento degli organismi viventi:

Una ben ordinata associazione di atomi, dotata di sufficiente stabilità per mantenere il suo ordine in permanenza, sembra essere l'unica struttura materiale concepibile, che offra una varietà di possibili riordinamenti (isomerici) sufficientemente grande da racchiudere un complicato sistema di ‘predeterminazioni’ entro un volume spaziale piccolo. (Ivi, p. 88)

L'organismo vivente “si alimenta di entropia negativa per compensare l'aumento di entropia che esso produce vivendo”, ma ciò che è difficilmente spiegabile è il fatto che tale processo sia governato da un agente costituito da un piccolo numero di atomi:

La sorprendente dote di un organismo di concentrare un 'flusso di ordine' su se stesso e di evitare così di cadere nel caos atomico, di 'bere ordine' da un ambiente adatto, sembra connesso con la presenza del 'solido aperiodico', le molecole del cromosoma, che senza dubbio rappresentano il più complesso tipo di associazione atomica ben ordinata che noi conosciamo... Contrariamente a quanto comunemente si crede, il corso regolare degli eventi retto dalle leggi della fisica non è mai la conseguenza di una ben ordinata configurazione di atomi; non lo è, a meno che quella configurazione di atomi non si ripeta un gran numero di volte, o come avviene in un cristallo periodico o come avviene in un liquido o in un gas composto di un gran numero di molecole identiche... Noi possiamo anche trovare sorprendente o plausibile il fatto che un piccolo ma altamente organizzato gruppo di atomi sia capace di agire in tal maniera; la situazione è tuttavia senza precedenti e non la si può riscontrare in nessun luogo, tranne che nel caso della materia vivente. (Ivi, pp. 107–108, 111)

3.3. Filogenesi e ontogenesi nel comportamento animale

In *L'etologia* (1978), il suo saggio fondamentale sullo studio comparato del comportamento animale, Konrad Lorenz, uno dei fondatori dell'etologia, distingue fra un comportamento innato, di origine filogenetica, e un comportamento appreso, di origine ontogenetica. Egli evidenzia l'origine filogenetica, non solo di moduli motori elementari ma anche della loro coordinazione in moduli motori più complessi — la cui funzione *teleonomica* è la conservazione dell'individuo e della specie — come quelli relativi alla cattura della preda, alla difesa di fronte ai predatori, alla lotta fra rivali, al comportamento sessuale e alla cura della prole. A tali *sistemi di moduli motori* si possono inoltre aggiungere quelli relativi alla comunicazione fra individui della stessa specie. Nel capitolo 4 dal titolo *Metodo comparativo nella ricerca filogenetica*, Lorenz afferma:

L'importanza della storia della scoperta di moduli motori applicabili in tassonomia, riportata in questo capitolo, sta nel fatto che tutta la massa di fatti della filogenetica comparata *dimostra che questi moduli motori, comparabili fra loro per innumerevoli minute caratteristiche, devono la loro somiglianza a un programma genetico evolutosi nel corso della filogenesi esattamente nello stesso modo di quello di tutti gli organi del corpo.* (*L'etologia*, p. 106)

Ciascun movimento a coordinazione ereditaria, filogeneticamente predisposto all'attivazione, è innescato da un *meccanismo scatenante innato* che permette all'animale il riconoscimento di una situazione ambientale specifica, biologicamente rilevante. L'unità funzionale del comportamento innato è data dal fatto che parecchi sistemi di moduli motori, diversi fra loro, vengono combinati in una successione gerarchica da un sistema di controllo centrale:

In tutti gli animali a simmetria bilaterale, nei quali vi è un'estremità anteriore e una posteriore, cioè una direzione preferenziale del movimento, esiste anche un posto di comando centrale, un 'cervello'... L' 'invenzione' della testa ha portato dei vantaggi per la sopravvivenza facili da capire; così pure la concentrazione degli organi di senso e del sistema nervoso nella parte anteriore di un animale, cioè nel senso del suo movimento, si trova in moltissimi ceppi di animali... Un'istanza sovraordinata diviene evidentemente necessaria quando l'organismo dispone di parecchi sistemi di moduli motori, ciascuno dei quali agisce esclusivamente in una ben determinata situazione e che non devono entrare in funzione contemporaneamente. (Ivi, pp. 207–208)

Secondo Lorenz, il comportamento esteriore dell'animale, il fenotipo, è determinato in parte dal genotipo, "la totalità dell'informazione propria della specie, impressa nei programmi divenuti filogenetici", in parte "dalle modificazioni che avvengono durante la sua ontogenesi e che sono provocate da influenze del mondo esterno". Ma non è detto che una modificazione, "che, di per sé, è casuale quanto la mutazione", produca sempre un adattamento:

Una modificazione *adattiva* è sempre la realizzazione di un programma che ha origine filogenetica, inserito nel genotipo e a disposizione di ogni individuo della specie come un adattamento a una variabilità determinata e prevedibile dell'ambiente caratteristico della specie. (Ivi, p. 264)

Lorenz ritiene inadeguata l'idea di una netta separazione concettuale fra elementi innati e appresi. Introducendo una distinzione essenziale (la cui importanza apparirà chiara in seguito) fra la *possibilità* e la *realizzazione* di un apprendimento, Lorenz paragona una modificazione adattiva, in un programma aperto al contesto, allo sviluppo dell'ectoderma di un embrione: l'ectoderma "contiene l'informazione genetica completa per formare", nel corso dello sviluppo, "sia un normale epitelio che il sistema nervoso centrale":

Ogni apprendimento è affine al processo della meccanica dello sviluppo detto 'induzione', in quanto, dalle molteplici possibilità di un programma aperto, sceglie e realizza quella che teleonomicamente si adatta alla situazione ambientale presente. In questo processo, l'azione esterna fornisce l'informazione necessaria a determinare di quale si tratti delle eventualità potenzialmente possibili... La costruzione di una casetta prefabbricata, per la quale non sono necessarie trasformazioni adattative di nessun genere... sarebbe eseguibile solo su un terreno completamente piano e orizzontale... Ma è evidente che molte informazioni aggiuntive devono venire fornite al muratore per metterlo in grado di costruire una casetta simile su un terreno irregolare. (Ivi, pp. 265-267)

Quasi tutti gli animali che posseggono un sistema nervoso centrale sono in grado di associare comportamenti innati di appetizione / evitamento a nuovi stimoli ambientali e sono in grado, inoltre, di apprendere dal successo / insuccesso del proprio comportamento — che soggettivamente agisce da premio / punizione — tramite un meccanismo di feedback. Negli animali più evoluti, a questo tipo di condizionamento con *selezione dello stimolo* (di tipo S) se ne oppone un secondo, più complesso, con *selezione della risposta* (di tipo R), dove l'animale impara dall'esperienza a scegliere, fra i diversi moduli comportamentali,

la successione di azioni condizionate che risolve il problema. I moduli strumentali a finalità multipla — come gli elementi motori semplici e facilmente disponibili della locomozione (e delle mani prensili) — sono quelli che più facilmente si prestano alla costituzione di successioni di azioni volontarie del tutto nuove: tali azioni volontarie, e le riafferenze da essi prodotte, giocano poi un ruolo importante nell'ambito di un *comportamento esplorativo*, motivato da curiosità, che porta l'animale ad intuire la struttura spaziale del suo ambiente (*umwelt*). Vi è una forte correlazione fra il comportamento esplorativo, l'apertura al mondo con capacità di flessibile adattamento ai biotopi più diversi e una *non specializzazione* del programma comportamentale — che corrisponde a un'uguale non specializzazione della struttura corporea —, tutte peculiarità caratteristiche dell'uomo, che l'uomo condivide, solo in parte, con gli animali più evoluti (cfr. Sez. 1.1 del Capitolo 1).

La singolarità del comportamento esplorativo consiste nel fatto che l'animale mette alla prova praticamente tutti i moduli comportamentali che sono a sua disposizione su un unico e medesimo oggetto, quando questo risveglia la sua curiosità... I moduli motori che compaiono nel gioco, come nel comportamento esplorativo, derivano dai circuiti funzionali più diversi... Se ora si volesse provocare l'esecuzione di questi singoli movimenti istintivi attivando il sistema comportamentale al quale essi appartengono in modo teleonomico, l'inerzia di questi grossi sistemi impedirebbe che due movimenti istintivi, appartenenti a sistemi diversi, si succedano rapidamente... Questo vuol dire che sia il comportamento esplorativo che il gioco spariscono immediatamente non appena si abbia una motivazione in grado di attivare 'seriamente' i moduli motori interessati... L'esistenza di una motivazione autonoma per il comportamento esplorativo rende indipendenti da ogni motivazione particolare già attivata sia il processo di apprendimento sia la conoscenza acquisita tramite esso e conferisce a tutti e due un'*oggettività* di nuovo tipo. (Ivi, pp. 332-334)

A questo punto è interessante osservare che i) l'*attuazione* specifica, in un contesto adeguato, di *possibilità* genetiche pluripotenti (sia nel corso dello sviluppo che dell'apprendimento) e ii) la distinzione fra l'esplorazione di una molteplicità *oggettiva* di comportamenti possibili

e l'attuazione *soggettiva*, in un contesto adeguato, di un modulo comportamentale specifico ricordano da vicino la distinzione, in meccanica quantistica, fra la continuità dell'evoluzione oggettiva dell'insieme degli stati possibili di un sistema dinamico e la discontinuità nella sequenza degli stati attualmente osservati nella misurazione da parte del soggetto dell'osservazione. Questa distinzione fra possibilità e attuazione è, secondo Lorenz, di particolare importanza in quanto ha una notevole capacità esplicativa a livello generale:

Il libero gioco dei fattori, che non tende a mete di alcun tipo, che non è legato ad alcuno scopo vitale prefissato, ove nient'altro è stabilito se non le regole del gioco stesso, al livello dei processi molecolari ha portato al sorgere della vita, ha causato l'evoluzione e ha fatto derivare gli esseri viventi superiori da quelli inferiori. Questo libero gioco è probabilmente il presupposto di ogni accadimento creativo autentico, nella cultura umana non diversamente che in altri campi. La ricerca umana, portata avanti dalla fame insaziabile di conoscenza, è un fatto creativo di questo tipo, e non ci si deve affatto meravigliare che possa spiegare tutta la sua prestazione solo se si trasforma in gioco dopo essersi sbarazzata di ogni scopo prefissato... La ricerca umana si trova ai limiti non ben definibili tra comportamento di curiosità e gioco, mentre l'arte umana appartiene molto più chiaramente al gioco. (Ivi, p. 341)

3.4. La biosemiotica e i demoni di Maxwell: selezione dell'informazione nell'evoluzione biologica

Verso la fine del XX secolo, il semiologo ed etologo Thomas Sebeok propose una sintesi fra la semiotica di Peirce, l'etologia di Lorenz e la biologia di von Uexküll, introducendo così la nuova disciplina della *biosemiotica*, mentre il biologo Jesper Hoffmeyer correlava la biosemiotica alla concezione di von Uexküll di essere vivente come *agente semiotico* (cfr. Sharov e Tønnessen, *Semiotic Agency*, cap. 2.11).

In un notevole saggio, dal titolo *Los demonios de Darwin. Semiótica y Termodinámica de la Evolución Biológica*, il biochimico Eugenio Andrade descrive in modo particolarmente chiaro e sistematico il nesso fra semiotica, meccanica statistica e biologia dell'evoluzione. Secondo

Andrade, l'agente biosemiotico si comporterebbe come il diavoleto di Maxwell. In un esperimento immaginario, Maxwell considerò un recipiente contenente un gas a temperatura uniforme, diviso in due comparti A e B da una parete contenente una piccola botola. Un diavoleto a guardia della botola che facesse passare le molecole meno veloci in A e quelle più veloci in B diminuirebbe l'entropia di A e aumenterebbe quella di B. Una simile *rottura della simmetria* può avvenire spontaneamente in un sistema dinamico non lineare e aperto (costituito da una miriade di parti interagenti), in seguito alla biforcazione di uno stato critico instabile del sistema in due (o più) stati stabili lontani dall'equilibrio termodinamico (cfr. Prigogine e Nicolis):

Gli organismi sono sistemi aperti allo scambio di energia e materia con il loro ambiente... Qualunque sistema aperto è soggetto ai flussi di materia e di energia che generano uno squilibrio, dando luogo ad un'amplificazione delle fluttuazioni interne. In questa situazione, le azioni esercitate sul sistema non generano una reazione in senso contrario che tenda a ristabilire la configurazione anteriore, ma una volta superato una soglia di stabilità, possono distruggere la struttura iniziale e generare configurazioni o cambiamenti strutturali imprevedibili. A misura che le forze esterne diventano più intense, l'allontanamento dall'equilibrio si incrementa e la linearità nel comportamento del sistema si va perdendo... Si tratta del processo di autoorganizzazione che dà luogo a 'strutture dissipative', così chiamate perchè generano ordine a costo di dissipare entropia nell'ambiente... In questo aspetto, il comportamento dei sistemi lontani dall'equilibrio presentano caratteristiche equiparabili a quelle descritte dal processo dell'evoluzione, com'è la speciazione rapida seguita da periodi di stasi... A maggiore distanza dall'equilibrio si producono ulteriori alternative o possibilità di scelta. Come un albero che si ramifica, esistono nodi di biforcazione dove il comportamento è imprevedibile; tuttavia, una volta che si definisce il ramo lungo il quale il sistema si va sviluppando, il comportamento del sistema diviene prevedibile. La registrazione delle successive biforcazioni corrisponde alla storia del sistema... (Andrade, *Los demonios de Darwin*, pp. 31, 32, 33, 35-36, mia traduzione)

Un essere vivente si auto-organizza con l'introiezione di informazione o entropia negativa $\Delta S_i < 0$ al suo interno e la proiezione di

entropia $\Delta S_e > 0$ nell'ambiente esterno (in un processo globale in cui $\Delta S_e + \Delta S_i > 0$). Ciò è reso possibile dal fatto che un organismo vivente, in quanto agente semiotico, attua un processo di selezione ambientale organizzato in una struttura gerarchica, per cui alcune delle *possibili* connessioni fra le parti a un livello inferiore (*primità* di Peirce) sono *attuare* ad un dato livello (*secondità* di Peirce) sotto il controllo di un livello superiore (*terzità* di Peirce).

La selezione presuppone un agente dotato della capacità di distinguere le diverse alternative che gli si presentano. Nella trama delle interazioni, i sistemi 'riconoscono' alcuni elementi del loro ambiente, l'insieme dei quali costituisce il loro mondo di esperienza. Queste rappresentazioni del mondo esterno si generano come risultato dei segnali captati per mezzo di sensori o moduli strutturali che mostrano qualche tipo di affinità per alcuni elementi dell'ambiente; vale a dire la capacità di classificazione è inerente alla struttura. Per mezzo della selezione gli organismi eliminano la confusione data dalla molteplicità delle entità, creando il loro proprio mondo di interazioni, e in questo modo danno forma al mondo circostante... Inoltre la sola selezione è insufficiente, poiché l'agente selettore deve essere in grado di poter memorizzare o fissare l'informazione ottenuta. La selezione si materializza nella registrazione. La registrazione dell'informazione, suscettibile di una descrizione logica, diviene la conoscenza incorporata necessaria per vivere e ottenere una prestazione adeguata in un ambiente determinato. (Ivi, pp. 121, 123)

Andrade sottolinea l'importanza della complementarità fra il carattere *digitale* (algebrico) della codificazione dell'informazione, come nelle sequenze lineari di nucleotidi del DNA e dell'RNA, e il carattere *analogico* (geometrico) della codificazione dell'informazione, come nel complesso stereochimico enzima-substrato delle proteine. Criticando la concezione darwiniana dell'adattamento per sola selezione ambientale e il dogma centrale della sequenza DNA \rightarrow RNA \rightarrow proteine, egli ritiene essenziale il fatto che, poiché gli agenti semiotici sono simultaneamente oggetto e soggetto della selezione, nell'alternanza fra genotipo e fenotipo si ha una continua trasformazione dell'informazione da digitale ad analogica e viceversa:

La transizione dalla forma analogica (fenotipo) a quella digitale (genotipo) è un processo che ha luogo al livello della popolazione per mezzo della riproduzione sessuale da cui si generano nuove combinazioni genetiche caratteristiche dei nuovi organismi. Mentre il passaggio dalla forma digitale (genotipo) a quella analogica (fenotipo) è rappresentato dal processo di ontogenesi o sviluppo che permette l'individuazione o la realizzazione spazio-temporale degli individui... La struttura cellulare partecipa attivamente al suo proprio sviluppo. Tuttavia, l'informazione analogica contenuta nella struttura cellulare non fa parte della descrizione digitalizzata nel DNA. In altre parole, l'informazione nel DNA non fa nulla da sola, a meno che un operatore attivo non la legga e la interpreti, Le registrazioni in forma digitale non intervengono direttamente nelle transazioni energetiche proprie delle interazioni biologiche. (Ivi, p. 165)

La 'compressione' della codificazione da analogica (tridimensionale) a digitale (lineare) — che equivale al passaggio da un'immagine diretta ad un enunciato astratto — comporta la perdita dell'informazione relativa al contesto. In condizioni di equilibrio, la lenta variazione degli organismi per mutazione casuale dipende più dalla loro storia genealogica che dall'ambiente circostante; ma estremi e improvvisi mutamenti delle condizioni ambientali, lontano dall'equilibrio, accelerano la mutazione genetica e la indirizzano alla produzione di nuove e rapide interazioni adattive fra organismo e ambiente.

Oltre a criticare la concezione darwiniana dell'evoluzione e il dogma centrale della biologia molecolare, Andrade critica la teoria dell'informazione di Shannon. Nella concezione di Shannon, un osservatore esterno si occupa della misura della *quantità di informazione* e dell'incertezza del messaggio, ma non del *significato* di questo. Nella concezione di Andrade dell'essere vivente come agente semiotico, un osservatore interno, in quanto *interpretante* (terzità di Peirce), *attualizza nel significato* (secondità di Peirce) la *potenzialità dell'informazione* (primità di Peirce), sia digitale che analogica, in un processo ciclico, non lineare, di retroazione reciproca fra i due tipi di informazione:

Uno stesso segnale può essere interpretato in modo diverso in funzione del suo recettore. L'informazione implica che il recettore sia in grado di distinguere il segnale dal rumore, decifrare i segni del messaggio e stabilire

una relazione fra di essi. Il recettore definisce il contesto. Interpretare il messaggio è chiarire il significato che trasmette cioè l'adempimento di una funzione. I demoni di Maxwell non sono concepiti come meri recettori passivi di informazione, ma principalmente come generatori, elaboratori, modificatori e degradatori della stessa, al fine di un'utilizzazione più efficiente dell'energia... La transizione dalla potenzialità all'attualità è dovuta alla misurazione; allo stesso modo, il passaggio dalla primità alla secondità richiede una terzità. Noi umani non siamo gli unici a misurare ed elaborare registrazioni; tutti gli esseri viventi lo fanno. Pertanto, nel riconoscere che gli esseri viventi producono una rappresentazione soggettiva del loro ambiente (*Umwelt*) noi evitiamo di personificare la natura... L'accumulazione di informazione ha dovuto pagare un prezzo molto alto; molti organismi sono periti nel processo di selezione che diede luogo a ciascun genoma in particolare. L'organismo si risparmia le prove ed errori che i suoi antenati hanno fatto. (Ivi, pp. 181-182, 188)

Andrade evidenzia, nell'evoluzione biologica, una *struttura gerarchica* in cui vi sono unità contenute in unità a livello superiore e unità che ne contengono altre a livello inferiore. Le unità di ciascun livello sono relativamente indipendenti, con regole proprie di strutturazione e *ritmi propri*, più rapido nei livelli inferiori, più lento in quelli superiori; tali unità hanno inoltre una natura duale, *ecologica* (analogica) e *genalogica* (digitale), e un comportamento simultaneamente casuale e deterministico associato, rispettivamente, alle variazioni dei livelli inferiori (suscettibili di amplificazione lontano dall'equilibrio) e alle restrizioni esercitate dai livelli superiori. Infine, la dinamica degli agenti semiotici di ciascun livello di tale struttura gerarchica presuppone almeno tre livelli di organizzazione:

Ciascun livello deve essere studiato in quanto tale e in riferimento ai due livelli adiacenti inferiore e superiore. Lo studio dell'unità e attività propria di ciascun livello rinvia inevitabilmente ai suoi referenti inferiore e superiore, così come la *Secondità* di Peirce si esplica in funzione di una *Primità* e di una *Terzità*. La *Secondità* o livello di studio riflette un'attività a partire da una casualità o potenzialità contenuta nel livello immediatamente inferiore *Primità*, e da un'attività organizzatrice che agisce all'interno delle restrizioni imposte dal livello superiore *Terzità*. L'unità riflette inevitabilmente la triade.

Eldredge propone l'esistenza di gerarchie ecologiche e genealogiche... È indubbio che esiste una forte interazione reciproca fra i processi ecologici e genealogici. L'introduzione di una nuova variazione nelle entità genealogiche a ciascun livello, così come la sua selezione, sono influenzate dalla loro interazione con l'ambiente. Per mezzo della replicazione e della riproduzione, si producono gli interattori che, come risultato della loro dinamica vanno selezionando le varianti dei replicatori che si costituiscono come gli interattori della generazione seguente. La dualità interattore–replicatore è equiparabile alla dualità fra il catalitico e l'informatico, o tra fenotipo–genotipo, o fra analogico–digitale. (Ivi, pp. 219, 221)

Nell'epilogo del suo notevole saggio, Andrade sostiene che, in un'epoca di crisi come quella attuale, è necessaria l'introduzione di un nuovo paradigma scientifico che superi la concezione meccanicista di una natura spogliata della sua soggettività, dominante nella scienza normale (nell'accezione di Kuhn). Egli ritiene che una ricerca interdisciplinare possa favorire la formulazione di una nuova ipotesi, paragonabile alla codificazione analogica, che permetta di superare i limiti della codificazione digitale propria di una conoscenza scientifica suddivisa in compartimenti stagni:

Nel corso degli ultimi secoli la metafora dominante nella tradizione meccanicista è stata quella della natura come macchina. Questo punto di vista si è evoluto in parallelo con lo sviluppo tecnologico; di modo che la nozione della natura come un meccanismo a orologeria è stata sostituita dall'immagine della macchina a vapore, in seguito dalla metafora della macchina ciberneticamente auto-controllata e al giorno d'oggi dal computer. La proposta di concepire la natura come un sistema semiotico cerca di abbandonare definitivamente le metafore con qualunque tipo di macchina...

Gli ostacoli che si erigono contro il vitalismo diventano deboli con l'incorporazione delle due metafore più potenti che hanno definito il corso della biologia nell'ultimo secolo: la selezione e l'informazione. La metafora della "selezione" proposta da Darwin ha portato alla selezione senza agente selettore; e lo stesso destino ha avuto l'"informazione" proposta nella formulazione del dogma centrale, che si convertì in informazione senza agente elaboratore della stessa... In questo senso la

metafora della vita come processo semiotico eseguito da unità di esperienza tipo demoni di Maxwell, sembra ergersi come la più appropriata. (Ivi, pp. 227–229).

3.5. Cognizione quantistica e informazione quantistica

Come si è visto sopra nella Sez. 3.2, la teoria dei quanti è in grado di spiegare il metabolismo di un organismo vivente e, soprattutto, l'eccezionale stabilità del suo codice genetico. Essa non sembra però essere in grado di spiegare lo sviluppo, a partire dal codice genetico, della gerarchia di livelli della funzione organizzatrice di un agente semiotico complesso.

Fra la fine del XX e l'inizio del XXI secolo, alcuni ricercatori, in particolare i fisici Diederik Aerts e Andrei Khrennikov, osservando che i processi mentali più astratti (e il linguaggio) hanno in comune con la meccanica quantistica alcuni caratteri essenziali dovuti all'interazione fra soggetto e oggetto, hanno introdotto la nuova concezione della *cognizione quantistica*. Questi ricercatori (cfr. Aerts e altri, *Quantistica & concettualistica*) osservano che ai caratteri quantistici de:

- i) la *sovrapposizione degli stati* possibili di un sistema fisico e la causalità probabilistica dell'attuazione di uno degli stati del sistema;
- ii) la *dipendenza dal contesto*, cioè dall'apparato di misura, delle determina di onda e particella;
- iii) l'*incompatibilità* delle osservabili coniugate posizione e quantità di moto;
- iv) l'*indistinguibilità* di particelle identiche;

corrispondono i caratteri cognitivi de:

- i) la *sovrapposizione semantica* di mondi possibili alternativi e la causalità probabilistica della decisione in condizioni di incertezza;
- ii) la *dipendenza dal contesto* del significato (ad esempio di una metafora);
- iii) l'*incompatibilità* fra intenzioni o fra emozioni diverse fra loro;
- iv) l'*indistinguibilità* di concetti e di termini identici.

Nonostante già nel 1932 von Neumann avesse formulato *I fondamenti matematici della meccanica quantistica*, la natura delle entità microscopiche della teoria dei quanti e il significato del loro strano comportamento, del tutto diverso da quello degli oggetti macroscopici, sono rimaste a lungo incomprensibili (nel 1965 il fisico Richard Feynman disse: “penso si possa tranquillamente affermare che nessuno capisce la meccanica quantistica!”), fino a che non fu formulata l’interpretazione concettualistica della teoria dei quanti:

Come *Arthur Conan Doyle* amava più di una volta sottolineare, nelle sue storie di Sherlock Holmes, a volte il posto migliore per nascondere qualcosa è di tenerlo in bella vista. E secondo l’interpretazione concettualistica, ciò che è sempre stato in bella vista, e proprio per questo era così difficile da notare, è che la nozione che si doveva utilizzare per descrivere la natura di un’entità quantistica, e dare un senso pieno al suo comportamento, era proprio la nozione di concetto! (*Quantistica & concettualistica*, pp. 70–71)

La concezione concettualistica della teoria quantistica, in accordo con la concezione della biosemiotica, porta all’estremo, fino a rovesciarla, la concezione del prolungamento (vedi Sez 1.1 del Capitolo 1) dell’evoluzione biologica nell’evoluzione semiotica:

Ciò significa che non sarebbe l’*evoluzione darwiniana* a dover essere considerata come modello generale per l’evoluzione culturale, cioè per descrivere anche i cambiamenti epistemologici e concettuali, ma viceversa, sarebbe l’evoluzione culturale, cioè i processi di cambiamento che avvengono attorno a noi a livello concettuale, psicologico e sociale, che rappresenterebbero il nostro modello evolutivo più avanzato e generale, da utilizzare anche per meglio comprendere la nostra evoluzione biologica come specie. (Ivi, p. 56)

La teoria dei quanti evidenzia il fatto che, nella relazione fra l’osservatore e l’osservato, è il *contesto specifico* costituito dall’apparato di misurazione (costruito dall’uomo) che *attualizza*, nelle determinazioni concrete di oggetti nello spazio, entità astratte che hanno la *potenzialità* di

assumere alternativamente gli aspetti (apparentemente contraddittori) di onda o di particella, ma che non sono in realtà nè onda nè particella, e nemmeno oggetti nello spazio, prima della loro contestualizzazione. La concezione concettualistica della teoria dei quanti fa presente che questo processo di *attualizzazione contestuale di possibilità pluripotenti* non è affatto strano, nè insolito, ma è un aspetto generale di ogni processo conoscitivo in cui è in gioco la relazione fra un soggetto e un oggetto. Gli oggetti macrosopici e lo spazio sono il risultato di una penetrazione nella realtà, rispettivamente in profondità e in estensione — per mezzo dei sensi (in particolare la vista e l'udito) e dell'attività motoria —, e del riconoscimento sia dell'esistenza di porzioni di realtà che sono *separate e stabili* che della possibilità di ordinare e organizzare la *relazione* fra queste. Nell'uomo, l'attività percettivo-motoria si prolunga in un'attività concettuale, pluripotente e astratta, ed egli, per mezzo della sua notevole capacità tecnologica e linguistica (cioè, in generale, semiotica), è in grado di attualizzare, in una molteplicità di contesti derivante dalla sua particolare apertura al mondo, una varietà di artefatti e di segni, fra i quali vanno annoverati gli apparati della misurazione scientifica e le formule matematiche. D'altra parte, un'attuazione contestuale di possibilità pluripotenti si rivela, in generale nello sviluppo e nell'evoluzione degli esseri viventi (vedi Sez. 3.3). Ciò che, in ultima analisi viene evidenziato dalla cognizione quantistica è, da un alto, la potenziale creatività della natura e dell'uomo che ne fa parte, dall'altro, la dipendenza dal contesto dell'attuazione di tale creatività.

Verso la fine del XX secolo, parallelamente allo sviluppo della cognizione quantistica, si fece strada l'idea che, in quanto correlata allo scambio di informazione fra osservatore e osservato, la teoria dei quanti fosse molto più che una teoria della materia e che fosse necessario un approccio alla teoria più generale di quello della meccanica quantistica: fu così formulata una teoria dell'*informazione quantistica* che differiva dalla teoria dell'informazione classica di Shannon nello stesso modo in cui la meccanica quantistica differiva dalla meccanica classica:

Ma la teoria quantistica è più che una teoria della materia. A un livello più profondo essa è anche una teoria delle *misurazioni*, della loro compatibilità o incompatibilità, delle probabilità dei loro rispettivi risultati

e delle interrelazioni fra queste probabilità. A questo livello la teoria dei quanti devia non solo dalla meccanica classica, ma anche dalla *logica* classica e dalle regole della *teoria della probabilità* classica. (Rau, *Quantum Theory. An Information Processing Approach*, Prefazione) [mia traduzione]

3.6. La biosemiotica quantistica e la dinamica dei sistemi aperti

A differenza della meccanica quantistica, l'informazione quantistica è in grado di spiegare la funzione organizzatrice della gerarchia di livelli di un agente semiotico e, all'inizio del XXI secolo, l'applicazione alla biosemiotica dell'informazione quantistica ha prodotto una nuova scienza, la *biosemiotica quantistica*, in grado di produrre dei modelli matematici della dinamica dei sistemi biosemiotici. In un saggio del 2023 dal titolo *Open Quantum Systems in Biology, Cognitive and Social Sciences*, il fisico Andrei Khrennikov formula una teoria dei sistemi quantistici aperti applicabile allo studio della dinamica di sistemi biologici, psicologici e sociali. Nella prefazione del suo saggio Khrennikov afferma:

L'essenza di questo libro è l'applicazione della parte speciale della teoria dei quanti — la teoria dei sistemi quantistici aperti. Ogni biosistema vivente è un sistema aperto. Per analizzare il suo comportamento, è naturale applicare questa teoria come la teoria più generale (di quelle conosciute per il momento) che descrive l'interazione di un sistema S e dell'ambiente E che lo circonda. Come è già stato sottolineato, i biosistemi sono considerati come elaboratori di informazione, e la teoria dei sistemi quantistici aperti è trattata come parte della teoria dell'informazione quantistica. (*Open Quantum Systems*, mia traduzione)

Khrennikov sostiene che il significato profondo del principio di complementarità di Bohr (il principio fondamentale della teoria dei quanti) è il principio di *contestualità*:

Tipicamente, questo principio è ridotto alla dualità onda-particella... Tuttavia, la formulazione di Bohr del principio di complementarità è

essenzialmente più profonda. La complementarità non è postulata; per Bohr, essa è la naturale conseguenza della dipendenza irriducibile del risultato delle osservabili dal contesto sperimentale. Così, i risultati delle osservabili quantistiche sono generati nel complesso processo dell'interazione di un sistema con un apparato di misura... Questa dipendenza dal complesso delle condizioni sperimentali non è nient'altro che una forma di contestualità, la *contestualità di Bohr*... Tale contestualità è il seme della complementarità, l'esistenza di osservabili incompatibili. (*Open quantum systems*, p. 285)

Ricordando che due osservabili sono incompatibili se non possono essere misurate congiuntamente, cioè se i loro operatori non commutano, Khrennikov così definisce la *contestualità di una misura congiunta* (JMC): Se a , b , c sono tre osservabili tali che a è compatibile con b e c , una misura di a potrebbe dare risultati diversi a seconda che a è misurata con b o con c : la dipendenza dal contesto si ha nel caso in cui b e c sono incompatibili, cioè i loro operatori non commutano (ivi, p. 308).

Un modello simil-quantistico dei livelli di coscienza – Khrennikov ritiene di essenziale importanza il fatto che la teoria dei sistemi quantistici aperti sia applicabile ai sistemi macroscopici. Egli ritiene che, data la dimensione dei neuroni e la temperatura del cervello, un modello simil-quantistico (*quantum-like*), a livello macroscopico, della cognizione e della coscienza sia più plausibile di un modello quantistico a livello microscopico. Khrennikov considera cruciale il fatto che, oltre che negli stati di quiescenza ($V < -70$ mV) e di attività ($V > -55$ mV), un neurone può essere in uno stato intermedio di *incertezza* caratterizzato dall'intervallo di valori $[-70$ mV, -55 mV] del potenziale di membrana. Egli propone di descrivere matematicamente l'incertezza nella generazione di un potenziale di azione da parte di un neurone con la sovrapposizione $|Y\rangle = c_0 |0\rangle + c_1 |1\rangle$ degli stati *quiescente* $|0\rangle$ e *attivo* $|1\rangle$, dove c_0 e c_1 sono coefficienti complessi tali che $|c_0|^2 + |c_1|^2 = 1$, cioè con lo spazio complesso bidimensionale di un *qubit*. Tale spazio può essere rappresentato con la *sfera di Bloch*

$$|Y\rangle = \cos(\phi/2) |0\rangle + \exp(i\vartheta) \sin(\phi/2) |1\rangle,$$

dove $\varphi \in [0, \pi]$ e $\vartheta \in [0, 2\pi)$ sono le coordinate sferiche di un punto sulla superficie di una sfera unitaria i cui poli nord e sud sull'asse z corrispondono rispettivamente agli stati $|0\rangle$ e $|1\rangle$: φ è l'angolo che un vettore unitario con centro nell'origine forma con l'asse z e ϑ è l'angolo che il piano $z x'$ che contiene il vettore unitario forma con il piano $z x$.

Un altro punto cruciale è che una cellula neurale non può essere considerata come un sistema bio-fisico e bio-informazionale isolato. Il suo stato di sovrapposizione è accoppiato con gli stati di sovrapposizione dei neuroni in una rete neurale che compie alcuni compiti. Un neurone è trattato come un sistema aperto, il cui stato è influenzato dal flusso di informazione dall'ambiente elettrochimico composto di segnali (correnti elettriche, campi elettromagnetici, neurotrasmettitori) generati da altri neuroni. (*Open Quantum Systems*, p. 66)

Khrennikov distingue fra due livelli neurali: il livello *ontico*, elettrochimico, dell'incoscienza, costituito dai potenziali di azione dei neuroni di una rete neurale e il livello *epistemico*, informazionale, della coscienza, che esegue *auto-misurazioni* sul livello ontico; a sua volta, questo secondo livello può costituire il livello ontico per il livello epistemico di una coscienza di ordine superiore:

Il cervello esegue *auto-misurazioni*. Per fare un modello di tali auto-misurazioni, noi scindiamo il cervello, come elaboratore di informazione, in due sottosistemi, *incoscienza UC* e *coscienza C*. Il primo gioca il ruolo di un sistema sotto osservazione e il secondo di un osservatore. Per fare un modello della cooperazione delle emozioni e delle percezioni, lo spazio degli stati di *UC* è decomposto nel prodotto tensoriale di due corrispondenti spazi degli stati, $H_{UC} = H_{\text{per}} \otimes H_{\text{em}}$. Due classi di osservabili O_{per} e O_{em} sono ideate: per l'esperienza cosciente di percezioni e di emozioni, rispettivamente. Queste sono osservabili che agiscono sugli spazi degli stati H_{per} e H_{em} . (Ivi, p. 91)

Nel modello simil-quantistico di Khrennikov, lo spazio degli stati H_{UC} è uno spazio hilbertiano complesso con un numero elevato ma finito di dimensioni, decomponibile nel prodotto tensoriale $H_{UC} = [H_{\text{per}} \otimes$

$H_{em}] \otimes H_{dm}$, dove H_{dm} è l'ulteriore spazio degli stati del processo decisionale (*decision making*). Spazi hilbertiani non decomponibili in un prodotto tensoriale di sottospazi sono non-separabili o intrecciati (*entangled*). Le osservabili per l'esperienza cosciente di percezioni, emozioni e decisioni, rispettivamente O_{per} , O_{em} , O_{dm} , sono operatori hermitiani di proiezione nei sottospazi H_{per} , H_{em} , H_{dm} , e tali operatori *commutano* fra loro. Lo spazio H_{UC} è fattorizzabile in sottospazi con operatori di proiezione che commutano fra loro in quanto, nell'esperienza cosciente, percezioni, emozioni e decisioni sono fra loro *compatibili*, cioè la probabilità che, ad esempio, una percezione a e un'emozione b siano *congiuntamente osservabili* è data dalla formula classica bayesiana delle probabilità $P(a \cap b) = P(a) P(b | a) = P(b) P(a | b) = P(b \cap a)$. Ma lo spazio delle osservabili O_{per} può contenere percezioni incompatibili, così come lo spazio delle osservabili O_{em} può contenere emozioni incompatibili (ad esempio euforia e depressione), per cui non è detto che questi spazi siano ulteriormente decomponibili in sottospazi con operatori di proiezione che commutano fra loro.

Vedremo più avanti, nel Capitolo 6, che l'attività dei centri percettivi, emozionali e motori della corteccia cerebrale è regolata top-down da due gigantesche reti associative frontoparietali: il *default network* e il *network dell'attenzione*. Il default network, che prevale in condizioni di riposo, è il substrato neurale dell'esperienza cosciente di un flusso di percezioni connesse a emozioni; il network dell'attenzione, che viene attivato nell'esecuzione di compiti specifici, è il substrato neurale dell'auto-coscienza nei processi decisionali.

Nella parte IV di *Open Quantum Systems in Biology, Cognitive and Social Sciences*, Khrennikov propone l'applicazione della teoria quantistica dei campi allo studio della dinamica (tipo laser) di un sistema sociale costituito da: i) un'enorme popolazione di individui *indistinguibili* (cioè di cui non importa il nome) ii) che comunicano *rapidamente* fra loro tramite Internet, iii) la cui *eccitazione reciproca* è mantenuta dallo scambio, al di sopra di un valore di soglia, di quantità definite di energia sociale iv) il cui limitato contenuto informazionale è *focalizzato* su eventi ad elevato impatto sociale (come guerre, epidemie, scandali, ecc.); v) l'intensità dell'eccitazione e la focalizzazione

dell'informazione sono *controllate* dallo scambio reciproco di post sui mass media (YouTube, Facebook, Twitter, ecc.). È interessante notare che Khrennikov evidenzia la correlazione fra il suo modello simil-quantistico e un modello di biforcazione con transizione di stato (con approssimazione di campo medio) e che modelli 'sociali' di questo tipo possono descrivere la dinamica di un'enorme popolazione di neuroni piramidali la cui rapida eccitazione reciproca si mantiene, al di sopra di un valore di soglia, e la cui informazione si focalizza su alcuni stati stazionari ordinati a forte impatto cognitivo, mentre l'intensità dell'eccitazione e la focalizzazione dell'informazione sono controllate da neuro-modulatori (vedi più avanti il Capitolo 7).

PARTE II
EVOLUZIONE SOCIALE E SVILUPPO INDIVIDUALE
DELLA SEMIOSI UMANA

CAPITOLO IV

I SISTEMI GENEALOGICI DELLE COMUNITÀ DI VILLAGGIO

4.1. I tre livelli della comunicazione sociale. I sistemi genealogici delle comunità di villaggio

Nell'evoluzione degli organismi sociali, la struttura fondamentale è data dalla comunicazione di *donne*, di *beni e servizi* e di *messaggi*, ma la comunicazione di donne e di beni e servizi non è sulla stessa scala della comunicazione di messaggi, così come la struttura di un organismo non è sulla stessa scala del suo codice genetico. Nella Sez. 2.6 del Capitolo 2 abbiamo visto che la lingua non offre notizie precise sui costumi e le istituzioni del popolo che la usa, ma solo alcuni tratti generali (relativi, ad esempio, ai rapporti di parentela e ai rapporti economici): l'«incorporazione» del patrimonio genetico di una lingua in una specie semiotica richiede una sintesi sociale fra la lingua e un'«epigenesi semiotica» nei contesti spaziali e temporali specifici della comunità sociale. In *Antropologia strutturale* (1958), Lévi-Strauss afferma:

In ogni società, la comunicazione avviene almeno a tre livelli: comunicazione delle donne; comunicazione dei beni e dei servizi; comunicazione dei messaggi. Di conseguenza, lo studio del sistema di parentela, quello del sistema economico e quello del sistema linguistico presentano talune analogie... L'analogia... lascia [però] sussistere una differenza

fra i tre corrispondenti modi di comunicazione: non si trovano alla stessa scala... Quando si passa dal matrimonio al linguaggio, si va da una comunicazione a ritmo lento a una comunicazione a ritmo rapido. Differenza facilmente spiegabile: nel matrimonio, oggetto e soggetto di comunicazione sono quasi della stessa natura (rispettivamente, donne e uomini); mentre, nel linguaggio, colui che parla non si confonde mai con le parole. Siamo dunque di fronte ad una duplice opposizione: *persona* e *simbolo*; *valore* e *segno*. Si capirà meglio, in tal modo, la posizione intermedia degli scambi economici rispetto alle altre due forme: i beni e i servizi non sono persone (come le donne); ma, a differenza dei fenomeni, sono ancora dei valori. (*Antropologia strutturale*, cap. XV, p. 330)

La complementarità fra la funzione *genealogica* e la funzione *economica* delle specie biologiche, evidenziata nella Sez. 1.4 del Capitolo 1, si prolunga in un'analogia complementarità nelle specie semiotiche. Nelle comunità di villaggio dell'era paleolitica, e poi anche dell'era neolitica, prevale la funzione genealogica dello scambio di donne, mentre nelle civiltà urbane, che si sono evolute dalle comunità del neolitico a partire dall'era del bronzo, prevale la funzione economica dello scambio di beni e servizi. Inoltre, anche la distinzione, evidenziata nelle Sezioni 1.3 e 1.4 del Capitolo 1, fra due tipi di organizzazione e di evoluzione delle specie biologiche, si prolunga nelle specie semiotiche. Le comunità di villaggio: i) sono poco specializzate e hanno una scarsa organizzazione gerarchica, ii) comunicano poco fra loro, iii) sono relativamente stabili e la loro evoluzione è particolarmente lenta; le comunità urbane: i') sono fortemente specializzate e hanno una complessa organizzazione gerarchica, ii') comunicano fortemente fra loro nella costituzione di macrosistemi, iii') sono instabili e la loro evoluzione è rapida, con brusche estinzioni di massa e formazione di nuove civiltà. Ciò comporta che — come nel caso della coesistenza di specie biologiche di diversa complessità —, nell'era attuale del predominio delle civiltà urbane, diverse comunità di villaggio primitive siano ancora presenti in varie parti del mondo e che, in un importante saggio del 1947 dal titolo *Le strutture elementari della parentela*, Lévi-Strauss abbia potuto dedicarsi ad uno studio sistematico, rimasto insuperato per la sua profondità di analisi, delle caratteristiche comuni alle strutture di parentela delle diverse comunità di villaggio primitive che persistono tuttora sia in America e in Africa che in Asia.

4.2. La donna come valore e la sua alienazione nello scambio sociale. La regola di reciprocità e l'organizzazione dualistica

Nei primi capitoli di *Le strutture elementari della parentela*, Lévi-Strauss affronta il problema del significato della *proibizione dell'incesto*, un regola universalmente diffusa in tutte le società umane. Egli afferma che non si tratta di una regola di origine biologica, in quanto, pur non permettendo il matrimonio fra parenti stretti e fra i figli del fratello del padre e quelli della sorella della madre, favorisce il matrimonio fra cugini incrociati, cioè fra i figli della sorella del padre e quelli del fratello della madre; inoltre, nei primati diversi dall'uomo sono diffusi tutti i tipi di possibili accoppiamenti fra maschio e femmina, dalla coppia monogamica, alla promiscuità sessuale, all'incesto. Nelle strutture elementari della parentela, sia con discendenza patrilineare che con discendenza matrilineare, sono gli uomini che scambiano le donne e non viceversa, in quanto è la donna che costituisce un *valore sociale* (inoltre è la donna che va a vivere nel villaggio del marito). Nello scambio, l'uomo che cede una figlia o una sorella diviene creditore, mentre colui che la riceve diviene debitore, per cui è necessario uno scambio reciproco per garantire la stabilità sociale: lo scambio fra cugini incrociati è favorito in quanto, più di altri tipi di scambio, è adatto a mantenere un equilibrio fra debiti e crediti in questo primordiale sistema creditizio. La proibizione dell'incesto è una *primordiale regola di reciprocità* che, con lo scambio delle donne, favorisce l'apertura alla comunicazione sociale del nucleo economico-genealogico della coppia monogamica, garantendo così la coesione dell'intero gruppo sociale (i privilegi di un capo o, nelle società più evolute, i privilegi economici possono costituire una premessa per la poligamia).

Se la relazione tra genitori e figli è rigorosamente determinata dalla natura dei primi, il rapporto tra maschio e femmina è determinato soltanto dal caso e dalla probabilità. Nella natura dunque — mutazioni a parte — c'è un principio, ed uno solo, di indeterminazione, che si manifesta nel carattere arbitrario dell'accoppiamento. Se ora, d'accordo con l'evidenza, si ammette l'antierosità storica della natura rispetto alla cultura, appare chiaro che la seconda ha potuto operare senza discontinuità... solo grazie alle possibilità lasciate aperte dalla prima... Il ruolo primordiale della

cultura è di assicurare l'esistenza del gruppo come gruppo, e dunque di sostituire l'organizzazione al caso, così in questo come in tutti gli altri campi... Il gruppo controlla la ripartizione non soltanto delle donne, ma di tutto un insieme di valori, tra i quali il cibo è il più agevolmente osservabile. (*Le strutture elementari della parentela*, pp. 73, 75, 76)

Nelle società primitive, il principio di reciprocità è una regola generale della comunicazione sociale e lo scambio si presenta piuttosto sotto la forma di doni reciproci in funzione del mantenimento della coesione sociale, che non sotto quella di transazioni commerciali volte al profitto individuale:

Noi ritroviamo ovunque, esplicito o implicito, un duplice assunto: che i doni reciproci costituiscono una modalità (normale o privilegiata a seconda dei gruppi) del trasferimento dei beni, o almeno di certi beni; e che questi doni non sono offerti con lo scopo principale, o comunque essenziale, di ottenere benefici o vantaggi di natura economica... I beni non sono soltanto dei valori economici, ma veicoli e strumenti di realtà di un altro ordine... ed il sapiente gioco degli scambi... consiste in un complicato insieme di manovre consapevoli o inconsapevoli dirette a guadagnare garanzie ed a prevenire rischi, sul duplice terreno delle alleanze e delle rivalità. (Ivi, p. 102-103)

Spesso lo scambio di donne fra due gruppi sociali si evidenzia nel fatto che le comunità primitive — tribù o villaggi — sono divise in due metà esogamiche, le quali a loro volta sono divise in clan e sotto-clan. Queste due metà intrattengono fra loro complesse relazioni che vanno dall'ostilità dichiarata a una stretta intimità e sono legate fra loro non soltanto dagli scambi di donne, ma anche dal reciproco fornirsi di prestazioni economiche. A tale *organizzazione dualistica* della società corrisponde poi, a livello semiotico, la tassonomia di una classificazione gerarchica di entità naturali (esseri o cose) per mezzo della combinazione di assi delle opposizioni. Lévi-Strauss sostiene che lo scambio sociale, che è alla base della separazione fra cultura e natura, è il risultato di *copie di opposizioni* e che queste sono il punto di partenza per la spiegazione dei processi mentali e sociali:

Ma se è vero — come qui tentiamo di dimostrare — che il passaggio dallo stato di natura allo stato di cultura si definisce con l'attitudine, da parte dell'uomo, a pensare le relazioni biologiche sotto forma di sistemi di opposizioni — opposizione tra gli uomini, proprietari, e le donne, oggetto di appropriazione; opposizione, nel campo di queste ultime, tra le spose, donne acquistate, e le sorelle e le figlie, donne cedute; opposizione tra due tipi di legame, quello di affinità e quello di parentela... —; se è vero inoltre che lo scambio è il risultato immediato di queste coppie di opposizioni... bisognerà forse ammettere che la dualità, l'alternanza, l'opposizione, la simmetria... non costituiscono tanto i fenomeni da spiegare, quanto invece i dati fondamentali ed immediati della realtà mentale e sociale... (Ivi, p. 204)

Il processo di auto-organizzazione della natura è di per sé privo di significato: è nelle specie semiotiche che — in un rapporto dell'uomo con la natura mediato socialmente da segni sia materiali (utensili) che immateriali — si stabilisce per convenzione e si tramanda per tradizione una semiosi che attribuisce un significato (in modo sistematico e non sporadico come può accadere in altre specie animali) sia alla comunità umana che al suo ambiente naturale. All'organizzazione dualistica delle comunità primitive corrispondono, a livello semiotico, le relazioni diadiche di *identificazione proiettiva / introiettiva* dell'uomo, non ancora separato dalla natura, con varie entità naturali (animali, piante e cose), nelle tassonomie dei clan totemici (vedi Sez. 4.3). Alla regola di reciprocità dello scambio di donne e del dono corrispondono, a livello semiotico, le relazioni triadiche reciproche dello *scambio di valori sociali* nelle relazioni di parentela.

Nel capitolo 7 di *Le strutture elementari della parentela*, Lévi-Strauss affronta il problema dell'origine della semiosi sociale e del suo rapporto con lo sviluppo della semiosi individuale. In accordo con le considerazioni che ho fatto nella Sez. 1.1 del Cap. 1, egli afferma:

Ma c'è un campo che ci mette di fronte ad una esperienza ancora più universale di quella che risulta dalla comparazione degli usi e dei costumi: è il campo del pensiero infantile, che fornisce a tutte le culture un fondo comune ed indifferenziato di strutture mentali e di schemi di sociabilità, dal quale ciascuna attinge gli elementi che le permetteranno

di costruire il suo modello particolare... In altri termini, gli schemi mentali dell'adulto divergono a seconda della cultura e dell'epoca cui ciascuno appartiene; ma sono tutti elaborati a partire da un fondo universale, infinitamente più ricco di quello di cui dispone ciascuna società particolare. (Ivi, pp. 140, 150)

Basandosi su dati forniti dalla psicologia dello sviluppo, Lévi-Strauss fa poi le seguenti osservazioni sul 'fondo comune di strutture mentali': i) il desiderio di avere il *possesso esclusivo* di un oggetto di valore è comune a tutti i bambini e il rammarico nel constatare che un altro bambino 'ha di più' evidenzia l'origine sociale di tale bisogno; ii) tale desiderio di possesso esclusivo deriva da un primitivo *bisogno di sicurezza*, che nel bambino si evidenzia come un bisogno esclusivo dell'amore parentale e nell'adulto come un bisogno di accettazione sociale: sia l'amore che l'accettazione si manifestano con lo scambio reciproco di doni; iii) sia i bambini che gli adulti vedono negli altri dei rivali potenziali o attuali, per cui oscillano fra l'amore e l'odio: relazioni stabili di amicizia cominciano solo con l'instaurazione di un odio stabile per estranei. Nel Capitolo 6 del saggio, vedremo come i dati forniti dalle neuroscienze permettono una descrizione sistematica sia degli stadi di sviluppo delle strutture mentali che dei tipi di relazioni sociali del sé.

4.3. Il pensiero analogico delle classificazioni totemiche e il bricolage dei miti. L'identificazione fra uomo e natura

In un saggio del 1962, *Il pensiero selvaggio*, Lévi-Strauss sostiene che, al contrario di un'opinione diffusa, la capacità di analisi e di sintesi dei popoli primitivi non è affatto inferiore a quella dei popoli civilizzati. Egli riporta la notazione di un biologo sull'acuto senso di osservazione di una popolazione di pigmei delle Filippine, la cui classificazione metodica di vegetali e animali non teme il confronto con la tassonomia di Linneo:

Un tratto caratteristico che differenzia i Negrito dai loro vicini cristiani della pianura, consiste nella inesauribile conoscenza dei regni vegetale

e animale, una conoscenza che non implica soltanto l'identificazione specifica di un numero spettacoloso di piante, uccelli, mammiferi e insetti, ma anche quella delle abitudini e dei comportamenti di ciascuna specie. Il Negrito è pienamente integrato al suo ambiente e, quel che più importa, non si stanca mai di indagare il mondo che lo circonda. (*Il pensiero selvaggio*, p. 16)

Nel saggio Lévi–Strauss sostiene che il pensiero selvaggio è un 'pensiero del concreto', la cui prescissione dall'attività percettivo–motoria è meno forte di quella del pensiero logico e che, a differenza di quest'ultimo, è più attento alle qualità sensibili delle cose che alle quantità astratte. I segni del *pensiero qualitativo* del selvaggio si situano a metà strada tra i percetti e i concetti: tali segni sono gli operatori del gruppo delle trasformazioni che riorganizzano i significati limitati di insiemi chiusi, mentre i concetti sono gli operatori dell'apertura di questi insiemi a nuovi significati, teoricamente illimitati. La scienza considera, come primarie, *strutture necessarie*, separate dagli eventi contingenti (che però fanno parte dell'esperienza vissuta); il pensiero mitico parte invece da residui di *eventi contingenti* per combinarli, con il metodo del bricolage, in strutture narrative. Secondo Lévi–Strauss, i due modi di procedere sono ugualmente validi e la scienza attuale tende a combinarli per derivare eventi contingenti da strutture necessarie; l'arte è a metà strada fra il mito e la scienza, in quanto l'artista parte da eventi contingenti e procede nel bricolage per scoprire strutture necessarie. Nelle sue indagini sulla natura, il selvaggio procede per tentativi ed errori, con la strategia di exaptation propria del *bricolage* (cfr. Sez. 1.3 del Cap.1) e non in base ad un piano preconstituito, come nel caso dell'indagine scientifica: del resto, anche il pensiero scientifico, nella fase iniziale della formulazione di ipotesi, procede per analogie.

Il pensiero selvaggio è un *pensiero analogico* che procede per metonimie e per metafore: vicino all'intuizione sensibile, esso è alla base di ogni modo di pensare ed è il presupposto del pensiero logico. Nel pensiero analogico il soggetto non è separato dall'oggetto e, nei rapporti concreti fra l'uomo e gli esseri viventi, la classificazione razionale della varietà delle qualità sensibili si colora di una *partecipazione emotiva*.

Quando uno stregone-guaritore del Canada orientale raccoglie radici, foglie o scorze medicinali, non tralascia mai di accattivarsi l'anima della pianta deponendole ai piedi l'offerta di una presina di tabacco... Gli Hidatsa cacciano l'aquila nascondendosi in buche; l'aquila viene attirata da un'esca sistemata sopra, e quando l'uccello si posa per impadronirsene, il cacciatore l'afferra con le mani. Questa tecnica presenta dunque un carattere pardossale: l'uomo è la trappola, ma, per assumere questo ruolo, deve scendere in una fossa, ossia assumere la posizione dell'animale preso in trappola; egli è contemporaneamente cacciatore e cacciagione... L'analisi del rituale convalida, in tutti i suoi particolari, questa ipotesi di un dualismo tra preda celeste e cacciatore ctonio, che richiama anche, nel rapporto tra alto e basso, la più forte opposizione concepibile in materia di caccia. (Ivi, pp. 56, 63-64)

Nelle comunità primitive, l'uomo compensa con un'identificazione la separazione della cultura dalla natura che è alla base della costituzione di una semiosi sociale. Da un lato, con un'*identificazione proiettiva*, egli attribuisce surrettiziamente alla natura le proprie intenzioni e le proprie capacità semiotiche, dall'altro, con un'*identificazione introiettiva*, egli si attribuisce surrettiziamente le forze della natura. Queste identificazioni sono all'origine della magia, i cui incantesimi per imitazione o per contagio si fondano, rispettivamente, sull'associazione per *similarità* o per *contiguità*. La moderna tecnologia ha infine realizzato i due desideri di identificazione della magia dei popoli primitivi:

Un osservatore esotico riterrebbe probabilmente che la circolazione automobilistica nel centro di una grande città, o su un'autostrada, superi le facoltà umane, e infatti le supera in quanto non mette esattamente di fronte né degli uomini né delle leggi naturali, ma sistemi di forze naturali umanizzate dall'intenzione dei guidatori, e uomini trasformati in forze naturali dall'energia fisica di cui si fanno mediatori. (Ivi, p. 243).

I miti delle origini delle comunità di villaggio delle diverse regioni del mondo sono tutti molto simili fra loro. Essi non spiegano veramente un'origine delle denominazioni dei clan totemici, ma operano una cernita sugli elementi del presente, accordando soltanto ad alcuni di essi il privilegio di avere un passato in quanto elementi costitutivi di un

sistema: il significato non si pone al livello dei singoli miti, ma a livello di un sistema di cui questi costituiscono gli elementi. Il mito, da un lato, si articola con la periodicità delle stagioni e con l'alternanza delle generazioni umane, dall'altro unisce, attraverso tutte le generazioni, i vivi con i morti, nel tempo irreversibile della morte degli antenati e nel tempo reversibile delle reincarnazioni degli eroi mitici. I miti delle comunità primitive cercano di ricostituire un equilibrio sociale perturbato (*omeostasi sociale*), annullando l'effetto che gli eventi storici potrebbero avere sulla continuità delle loro tradizioni, mentre le civiltà urbane fanno del divenire storico il motore della loro *evoluzione sociale*.

Le montagne, i ruscelli, le sorgenti e gli stagni, non sono per lui [per l'indigeno] aspetti del paesaggio piacevoli o interessanti... Ognuno fu creato da uno degli antenati da cui egli discende. Nel paesaggio che lo circonda, legge la storia dei fatti e delle gesta degli esseri immortali che venera, esseri che, per un momento, possono ancora assumere forma umana, esseri che gli sono in parte noti per esperienza diretta, in quanto padri, nonni, fratelli, madri e sorelle. Tutto il paese è per lui come un albero genealogico antico e sempre vivo. Ogni indigeno immagina la storia del suo antenato totemico come un racconto delle sue stesse azioni all'inizio dei tempi e all'alba stessa della vita, quando il mondo, quale lo si conosce oggi, era ancora in mani onnipotenti che lo modellavano e gli davano una forma. (Ivi, p. 263)

La struttura del pensiero analogico è vicina a quella del linguaggio naturale: come nel linguaggio naturale, il suo sistema di segni appare arbitrario — in quanto, al variare del contesto culturale, sceglie solo alcuni degli elementi di un insieme ridondante di elementi possibili —, e si basa su un sistema di scarti differenziali in cui ricorrono opposizioni di tipo categorico (alto/basso), elementare (cielo/terra), specifico (aquila/orso), numerico (pari/dispari), ecc. Il pensiero analogico è però più motivato e specifico del linguaggio naturale, in quanto è *incorporato* in un particolare contesto sociale e alle regole fra segni corrispondono norme pratiche di condotta. Inoltre, poiché il mezzo per pensare è molto meno condizionato del mezzo per comunicare, la struttura sincronica del pensiero analogico è più vulnerabile, di quella del linguaggio, a mutamenti diacronici: l'evoluzione demografica (dovuta a guerre, epidemie e carestie) scompiglia

sempre i piani sincronici di regolazione sociale. Lévi–Strauss così poi definisce la dialettica fra le infrastrutture e le sovrastrutture sociali:

Il marxismo... ha ragionato troppo spesso come se le pratiche dipendessero immediatamente dalla *praxis*. Senza mettere in causa l'incontestabile primato delle infrastrutture, noi crediamo che tra *praxis* e pratiche si inserisca sempre un mediatore, che è lo schema concettuale... Ecco quindi che cosa pretendiamo di aver dimostrato sin qui: che la dialettica delle sovrastrutture, come quella del linguaggio, consiste nel porre delle unità *costitutive*, che possono essere tali solo se sono definite in modo non equivoco, cioè contrapposte per coppie, onde arrivare poi, mediante queste unità costitutive, a elaborare un *sistema*, al quale alla fine toccherà fungere da operatore sintetico tra l'idea e il fatto, trasformando quest'ultimo in *segno*. Lo spirito va così dalla diversità empirica alla semplicità concettuale, indi dalla semplicità concettuale alla sintesi significante. (Ivi, p. 146)

4.4. La convertibilità fra livelli semiotici nell'omologia fra cultura e natura. La discontinuità nell'interazione fra soggetto e oggetto

Le classificazioni totemiche postulano un'*omologia* fra un sistema di differenze naturali (quello delle specie biologiche) e un sistema di differenze culturali (quello dei gruppi sociali), che si estende, per universalizzazione, ad ambiti posti fuori dell'insieme iniziale e si prolunga, per particolarizzazione, fino all'individuazione. A differenza dei miti, che sono soprattutto *concepiti*, e dei riti, che sono *agiti*, il totemismo è un sistema ereditario di classificazione, quasi sempre vissuto. Si capisce perciò che ci sia un conflitto permanente tra il carattere strutturale della classificazione e il carattere statistico del suo supporto demografico. Come nelle classificazioni della botanica e della zoologia scientifica, un individuo ha in genere tre nomi: i primi due denotano l'appartenenza a una *classe* (di parenti deceduti) e a una *sottoclasse* (di parenti viventi), il terzo designa un *evento specifico* associato alla nascita: in questo sistema totalizzante e chiuso ogni nuova individuazione comporta una riclassificazione, in quanto si ritiene che un bambino che nasce prenda il posto di un parente deceduto.

Le classificazioni totemiche non solo permettono di stabilire un'omologia fra un sistema di differenze naturali e un sistema di differenze culturali, ma sono anche in grado di assicurare, per mezzo di gruppi di trasformazione che variano con continuità da una comunità all'altra, la possibile *convertibilità fra i diversi livelli* dell'omologia fra natura e cultura, cioè fra la distribuzione spaziale dei clan (patrilineari o matrilineari), la discendenza dei clan dagli animali totemici, le regole dei matrimoni, le interdizioni alimentari (dovute alla credenza che un antenato si sia reincarnato in una specie animale o vegetale), la circolazione degli spiriti fra i vivi e i morti, ecc. Ogni *gruppo totemico* si arroga il controllo di una specie animale o vegetale (con cui si identifica) a vantaggio degli altri gruppi, e queste specializzazioni funzionali assomigliano a quelle assunte dalle *caste professionali*. Sebbene esista una differenza fondamentale fra le donne, prodotti naturali, e i beni o servizi, prodotti sociali, sembra che esista una simmetria fra i due tipi di scambio sociale:

Questa simmetria esiste però solo su un piano ideologico; è sprovvista di base concreta... Per quanto infatti le occupazioni costituiscano tante 'specie sociali' distinte, le donne... appartengono tutte alla stessa specie naturale. Questa è la trappola tesa dalla realtà all'immaginazione degli uomini, una trappola alla quale essi hanno tentato di sfuggire cercando una diversità reale nell'ordine della natura, unico modello oggettivo al quale (in mancanza della divisione del lavoro e della specializzazione professionale...) possono ispirarsi per stabilire tra di loro rapporti di complementarità e di cooperazione... Non esistono effettivamente che due veri modelli di diversità concreta: l'uno, sul piano della natura, è quello della diversità delle specie, l'altro, sul piano della cultura, è dato dalla diversità delle funzioni. (*Il pensiero selvaggio*, pp. 138-139)

Nell'ultimo capitolo di *Il pensiero selvaggio*, Lévi-Strauss pone importanti questioni di metodo che riguardano il rapporto fra la vita e la materia inorganica, l'interazione fra soggetto e oggetto, la discontinuità dei processi naturali / sociali e i vari tipi di semiosi. Egli vede nello sforzo dell'etnologia di rendere conto del linguaggio, della società e del pensiero il principio di ogni ricerca:

Il valore eminente dell'etnologia sta nel suo corrispondere alla prima tappa di un itinerario che ne presuppone altre: al di là della diversità empirica delle società umane, l'analisi etnografica vuole raggiungere delle invarianti, di cui il presente lavoro mostra che si situano talvolta nei punti più impreveduti... In secondo luogo, occorre essere preparati a vedere ogni riduzione sconvolgere da cima a fondo l'idea preconcepita che ci si poteva fare del livello, qualunque esso sia, che si cerca di raggiungere... E il giorno in cui si riuscirà a capire la vita come una funzione della materia inerte, sarà per scoprire che quest'ultima possiede proprietà ben diverse da quelle che le attribuivamo anteriormente... Nella nostra prospettiva, di conseguenza, l'io non si oppone all'altro come l'uomo non si oppone al mondo: le verità apprese attraverso l'uomo sono 'del mondo', e per questo sono importanti. (Ivi, pp. 269–270)

In definitiva, osserva Lévi-Strauss, la concezione dei popoli primitivi che l'uomo non è separato dalla natura, e che uno scambio di messaggi fra l'uomo e la natura — mediato socialmente da un linguaggio incorporato nel pensiero analogico — è alla base della semiosi, non è in linea di principio errata: nel Capitolo 3 si è visto che, considerando in generale gli esseri viventi come *agenti semiotici*, la nuova concezione della biosemiotica sviluppa questa notevole intuizione di Lévi-Strauss. Si è visto inoltre che la *discontinuità* e la *causalità statistica*, che Lévi-Strauss considera peculiari alla semiosi umana, sono in generale la conseguenza dell'interazione fra due livelli gerarchici di un sistema complesso: codice genetico e fenotipo, in biologia; oggetto osservato e soggetto osservatore, nella teoria dei quanti.

Lévi-Strauss fa presente che una storia puramente oggettiva delle società umane sarebbe priva di senso: è *l'interpretazione* da parte del soggetto di un particolare periodo storico che la rende significativa; e, da un lato, tale significato non è assoluto, ma relativo al punto di vista, dall'altro, come dimostra la teoria matematica delle comunicazioni, ogni semiosi è *discontinua*. La sequenza delle date della storia non è una semplice sequenza lineare e omogenea: come l'evoluzione delle specie biologiche, l'evoluzione delle società umane (le specie semiotiche) è soggetta a bruschi rivolgimenti e periodi storici di uguale durata non sono necessariamente equivalenti: ad esempio i periodi dell'era del bronzo sono più densi di innovazioni significative di uguali periodi

del paleolitico o anche del neolitico. Inoltre, la focalizzazione su periodi di tempo brevi rende la storia ricca di informazione a livello individuale, ma poco esplicativa a livello sociale, mentre, con la focalizzazione su periodi di tempo più lunghi, la storia si schematizza e perde in informazione, ma diviene più intelligibile.

In relazione a ogni zona di storia a cui rinuncia, la scelta relativa dello storico è sempre e soltanto fra una storia che insegna di più ma spiega di meno, e una storia che spiega di più e insegna di meno. E se egli vuole sfuggire al dilemma, il suo solo scampo sarà quello di uscire dalla storia: sia dal basso, se la ricerca dell'informazione lo attira dalla considerazione dei gruppi a quella degli individui, poi alle loro motivazioni che dipendono dalla loro storia personale e dal loro temperamento, ossia da una zona infra-storica in cui regnano la psicologia e la fisiologia; sia dall'alto, se il bisogno di comprendere lo incita a ricollocare la storia nella preistoria, e quest' ultima nell'evoluzione generale degli esseri organici, che non si spiega se non in termini di biologia, di geologia e, infine, di cosmologia. (*Il pensiero selvaggio*, p. 283)

In questo mio saggio, l'evoluzione storica della semiosi delle società umane, considerate come specie semiotiche, è inserita fra l'evoluzione delle specie biologiche e lo sviluppo della semiosi individuale.

CAPITOLO V

L'EVOLUZIONE DEI SISTEMI ECONOMICI DELLE CIVILTÀ URBANE

5.1. I sistemi economici delle civiltà urbane e la storia. La divisione del lavoro e la gerarchia sociale

Nel saggio dal titolo *Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, ho evidenziato tre grandi ere nella storia dell'evoluzione della civiltà urbana, in ciascuna delle quali il predominio delle civiltà orientali si alterna con quello delle civiltà occidentali con un periodo pressochè costante di circa 900 anni.

La prima era della civiltà urbana [3000 a.C.–1200 a.C.] – Le prime civiltà urbane si formarono quando gli sparsi villaggi neolitici iniziarono a stanziarsi nei bacini alluvionali dei grandi fiumi della Mesopotamia e dell'Egitto. La canalizzazione delle acque dei fiumi, rendendo molto produttivi terreni in precedenza aridi, procurò un *surplus* di risorse alimentari. Ciò da un lato, richiese la divisione e organizzazione del lavoro di grandi gruppi di contadini, dall'altro favorì la separazione dai contadini produttori di una casta di amministratori che si occupava dell'accumulazione e della redistribuzione delle risorse. Questa *amministrazione contabile* richiedeva un sistema di notazione durevole e portò all'invenzione, intorno al 3000 a.C., di un sistema di numerazione e di una scrittura. L'esigenza di organizzare la costruzione di una

rete di canali di irrigazione e di garantire il controllo delle popolazioni dei villaggi di cui venivano sfruttate le risorse, portò alla costituzione di *città-stato*, con la formazione di gerarchie politico-militari culminanti nella figura divinizzata di un monarca, il cui potere politico era garantito da una casta sacerdotale. L'esigenza della difesa nella competizione fra città portò poi alla formazione di confederazioni di città-stato, governate da una città capoluogo, e infine la competizione fra città capoluogo portò alla formazione di imperi relativamente vasti: si produsse così un'organizzazione gerarchica dello spazio urbano con la formazione di una rete di città-stato dall'Egeo all'Indo. Nel primo periodo di quest'era, una macrostruttura di poli di civiltà urbana che va dalla Mesopotamia all'Indo predomina sulla civiltà egiziana, che rimane relativamente isolata; nel secondo periodo, in seguito al declino delle civiltà della Mesopotamia e dell'Indo, predomina una macrostruttura di poli di civiltà urbana che comprende le civiltà dell'Egitto, della Siria, dell'Anatolia e dell'Egeo. Con l'invasione dei popoli del mare, intorno al 1200 a.C., ha termine il predominio delle civiltà idrauliche dell'era del bronzo e ha inizio l'era del ferro.

La divisione del lavoro e la gerarchia sociale – In questa prima era dell'evoluzione della civiltà urbana, il sistema *economico* delle città-stato inizia a sovrapporsi al sistema *genealogico* delle comunità di villaggio. Con la divisione del lavoro e l'organizzazione dell'amministrazione urbana, si sviluppa una specializzazione e una gerarchia di funzioni sociali assunte da distinte caste professionali: la maggioranza della popolazione è relegata alla funzione di *contadino*; le guerre di conquista, con l'uso di armi di bronzo e di carri da guerra trainati da cavalli, favoriscono la funzione di *soldato*; la lavorazione dei metalli e la costruzione di canali, di palazzi e di templi favorisce la funzione dell'*artigiano* specializzato; la funzione del *mercante* diviene essenziale in quanto le piane alluvionali sono povere di materiali da costruzione e di metalli; la funzione del *sacerdote* è quella di comunicare con gli dei e di regolare la produzione agricola con l'uso di un calendario astronomico; la funzione dello *scriba* è quella di amministrare la distribuzione dei beni con la misurazione (aritmo-geometrica) della quantità delle derrate alimentari e dell'estensione dei terreni. Ha inoltre inizio un'appropriazione privata

di beni delle comunità: il re, capo guerriero e insieme supremo sacerdote, si appropria dei terreni e dei beni dei popoli assoggettati, che in parte distribuisce ai dignitari di corte. Gli uomini non sono ancora separati dalla natura (gli dei hanno insieme le sembianze dell'uomo e di animali) ma, mentre comunica con gli dei per la regolazione mitica del ciclo delle stagioni, il re trasforma il tempo ciclico delle generazioni, e dell'alternanza fra i vivi e i morti, nel tempo lineare della narrazione delle gesta eroiche (*epos*) della successione dinastica e, in Egitto, di un viaggio agli inferi finalizzato alla conquista dell'immortalità.

5.2. Proprietà privata e scambio. Il valore sociale di un bene materiale e la sua alienazione nel valore d'uso. Il capitalismo commerciale

Alla formazione delle prime civiltà urbane nei bacini alluvionali dei grandi fiumi medio-orientali corrispose, nel III millennio a.C., la prima colonizzazione estensiva della steppa euro-asiatica. L'addomesticamento del cavallo e l'uso di veicoli a ruote... permise ad allevatori nomadi euro-asiatici di spostarsi nella steppa alla ricerca di nuovi pascoli. A partire dal II millennio a.C., questi nomadi di lingua indo-europea si diffusero verso sud, sia ad ovest, verso la l'Anatolia, la Grecia e l'Europa occidentale, dove adottarono il modo di vita sedentario degli agricoltori..., sia ad est, verso l'altopiano dell'Iran e il subcontinente indiano, dove invasero le civiltà urbane preesistenti, costituendone la nuova classe dirigente... L'invasione da parte di nomadi indoeuropei della rete di città stato dall'Egeo all'Indo, e la conseguente espansione nel Mediterraneo della civiltà urbana, portò alla formazione, nell'era compresa fra il 1200 a.C. e il 632 d.C., di una catena di imperi dal Mediterraneo alla Cina. (*Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, pp. 25-26)

La seconda era della civiltà urbana [1200 a. C. – 632 d. C.] – Nel primo periodo di quest'era, gli Assiri costituirono il primo grande impero del Vicino Oriente e, successivamente, i Persiani inglobarono i territori dell'Impero assiro, unificando la rete di civiltà urbane dall'Indo all'Egeo in un unico grande impero, mentre, con la colonizzazione del Mediterraneo, si formava la *polis* greca. Nel secondo periodo i territori

dell'Impero persiano furono inglobati nelle Monarchie ellenistiche e si costituì, in seguito, il predominio nel Mediterraneo dell'Impero romano e poi dell'Impero bizantino, mentre a oriente si costituivano gli Imperi indo-ariani e l'Impero cinese degli Han. La costituzione di una catena di imperi dal Mediterraneo alla Cina favorì lo sviluppo degli scambi commerciali attraversando le steppe euro-asiatiche e l'Oceano Indiano: Alessandria d'Egitto distribuiva le rare e pregiate merci orientali (in cambio di monete d'oro e d'argento) in tutto l'Impero romano. Alla fine di quest'era, l'unità commerciale e culturale del mondo euro-asiatico venne interrotta dalle invasioni dei nomadi turco-mongoli e germano-slavi della steppa euroasiatica. I Germani vennero incorporati nella parte occidentale dell'Impero romano fino a che il loro impatto ne favorì la disgregazione, mentre la parte orientale dell'Impero romano riuscì a incorporare gli Slavi senza disgregarsi. I nomadi mongoli e poi turchi invasero l'Impero cinese e formarono la classe dirigente del nord della Cina. L'impero persiano dei Sasanidi e l'Impero indo-ariano dei Gupta resistettero all'assalto dei Turchi e mantennero gli scambi commerciali con l'Impero bizantino.

Il sistema economico della polis – Nella seconda era dell'evoluzione della civiltà urbana, il sistema economico prevalse sul sistema genealogico delle comunità di villaggio. L'origine, in Grecia, di un sistema economico-politico che si diffuse soprattutto nella civiltà occidentale, è stata descritta nei miei saggi *Capitale finanziario e populismo* e *Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*. Una combinazione di brani scelti da questi due saggi viene riproposta qui di seguito, con un'exaptation in funzione di una sintesi a livello superiore.

La crisi dell'istituzione monarchica aveva favorito lo sviluppo, in Grecia, del *libero possesso privato* della terra, ma la limitata estensione di un terreno agricolo adatto solo a particolari coltivazioni non garantiva un'adeguata fonte di sostentamento, inoltre tale possesso era facilmente alienabile nel conflitto fra possessori fondiari: furono questi i principali problemi che spinsero i Greci a colonizzare le coste del Mediterraneo. Le colonie greche erano delle vere e proprie città-stato che, scambiando con le città-stato della madrepatria beni di prima necessità, favorivano la specializzazione di coltivazioni agricole fra loro complementari

(grano contro olio e vino) con la produzione di un *surplus* per lo scambio e la costituzione (dopo l'introduzione, nel VII secolo a.C., della moneta di conio) di un sistema di scambio fra proprietari terrieri privati, fondato sulla separazione dal consumatore dal produttore e sull'uso del denaro. Nel ciclo Merce–Denaro–Merce dello scambio commerciale, un'eccedenza di prodotto agricolo, non immediatamente consumata dal produttore, veniva *alienata* per essere usata da un altro consumatore, lontano nello spazio e nel tempo, e veniva scambiata con una merce equivalente per mezzo del denaro: ciò favorì la determinazione economica del *valore d'uso* di una merce. Poiché, secondo Aristotele, è il consumatore che definisce a priori la forma (*èidos* = idea) della materia e in quanto la prassi (*praxis*) del consumatore è la causa finale della *poiesis* del produttore e del mercante, l'*èidos* di Aristotele si può considerare come l'origine storica della determinazione formale del valore d'uso (oltre che dell'*idealismo* in filosofia).

Il capitalismo commerciale – Lo scambio commerciale, oltre ai pericoli della navigazione, era soggetto a fluttuazioni economiche, difficilmente prevedibili, e il tendenziale rovesciamento del ciclo Merce–Denaro–Merce dell'*economia* — i cui limiti sono fissati dal nesso fra produzione e consumo — nel ciclo Denaro–Merce–Denaro della *crematistica*, apriva un processo *virtualmente illimitato* di accumulazione di denaro che, favorendo l'arricchimento smodato di alcuni cittadini, accentuava i conflitti sociali. Questo processo era instaurato da quei mercanti che, approfittando della divisione agricola del lavoro fra le città–stato, comperavano merci nel luogo di produzione, in cui erano *comuni*, per venderle a prezzo più alto nel luogo di consumo in cui erano *rare*. Nell'epoca in cui il capitale commerciale non controllava ancora il processo produttivo, il valore di una merce non poteva essere determinato in assoluto in base al lavoro accumulato, ma poteva essere determinato solo il suo valore relativo nella *relazione quantitativa* dello scambio fra le merci. La determinazione dei cicli dell'*economia* e della *crematistica* e l'esigenza che il primo prevalga sul secondo sono descritti chiaramente nella *Politica* di Aristotele. Il rovesciamento dell'*economia* nella *crematistica* si attuò più tardi nelle città commerciali greche assoggettate alle Monarchie ellenistiche, e il capitalismo commerciale si diffuse

poi nel commercio fra Roma e la Cina e infine nel commercio fra gli Imperi bizantino, persiano e indiano. Lo sviluppo del capitalismo nel commercio nell'Oceano Indiano fra questi tre imperi fu favorito dall'uso di un avanzato sistema creditizio che favorì lo sviluppo dell'algebra. L'annullamento di debiti e crediti nella partita doppia favorì l'invenzione, da parte degli Indiani, dei *numeri negativi* e dello *zero*; l'apprendimento della matematica indiana da parte degli Arabi favorì poi lo sviluppo del metodo *algebrico* di al-Khwārizmī (820) per la risoluzione delle equazioni di secondo grado, in cui l'*anticipazione* di una grandezza incognita su cui si opera per ottenerne il valore con la *soluzione* corrisponde all'anticipazione di un credito solvibile in un tempo successivo.

La costituzione politica della polis – L'esigenza di garantire il libero possesso privato della terra (la fonte primaria della ricchezza), evitando le incertezze dello scambio commerciale e dirimendo i continui conflitti fra i cittadini, portò ad un accordo fra i cittadini stessi, che liberamente si assoggettarono ad una legge comune (*logos*), prima orale e poi scritta, che divenne la base della costituzione politica della *polis*. La comunità dei cittadini, i proprietari fondiari della polis, era una comunità di consumatori (la produzione e lo scambio erano opera dei meteci, privi di diritti politici come peraltro le donne) e i cittadini erano censiti in base alla locazione territoriale e alla ricchezza sociale, non in base all'appartenenza tribale. Inoltre, essendo dotato di *logos*, l'uomo era distinto dagli altri animali (gli dei avevano sembianze puramente umane). Compito della costituzione della polis era garantire per legge ai cittadini: i) il diritto di partecipare alle assemblee in cui venivano liberamente eletti magistrati e arconti; ii) il diritto alla proprietà privata inalienabile della terra (della quale fu necessario *definire con esattezza il limite*) e la possibilità di stabilire, con un'argomentazione logica, il *valore di verità* di una proposizione del tipo: "il soggetto gode / non gode di una certa proprietà" in base a un principio di non contraddizione; iii) l'incorruttibilità del valore simbolico della moneta di conio (nonostante la sua usura fisica) e l'equivalenza di rapporti quantitativi in uno scambio commerciale la cui funzione economica era assicurare l'approvvigionamento della città, evitando che il ciclo M–D–M dell'economia si rovesciasse nel ciclo D–M–D dell'arricchimento illimitato del capitalismo commerciale.

5.3. La logica della proprietà privata e il finalismo. Il limite e l'infinita divisibilità delle grandezze geometriche

L'opposizione fra il divenire e l'essere – Nella confederazione di città–stato greche, al processo economico di una circolazione di merci soggette alla legge della *politica*, corrisponde il processo linguistico di una circolazione di idee soggette alla legge della *logica*. Con lo sviluppo della filosofia, l'argomentazione logica prende il sopravvento sulla rivelazione soprannaturale. Il filosofo non è più l'antico sacerdote depositario di un mistero al servizio del potere regale, ma un individuo appartenente ad una confraternita di saggi in cui è aperta la libera discussione e il confronto con le altre scuole: egli viaggia di città in città, divulgando le proprie idee mediante le parole e gli scritti, e si rivolge a tutti i cittadini fondandosi su un linguaggio concettuale (*logos*) comune agli uomini, come la città si fonda sulla legge. Sfuggito agli stretti vincoli della verità rivelata, il problema dell'origine e del divenire del cosmo è alla base dell'indagine razionale dei primi filosofi: essi descrivono i processi naturali con il linguaggio usato comunemente dagli artigiani per descrivere semplici processi di trasformazione della materia. E, in un clima di incessanti trasformazioni sociali, i filosofi mirano a cogliere nella natura, al di là della molteplicità dei fenomeni, ciò che permane sostanzialmente identico a se stesso. Nel fare ciò viene evidenziata la contraddizione fra una *dialettica del divenire* nei processi di scambio commerciale e la *logica dell'essere* di una costituzione politica fondata sulla proprietà privata.

La logica della proprietà privata – Nella concezione di Eraclito il divenire prevale sull'essere, ma egli ritiene che, come il comportamento degli uomini nei loro rapporti tra di loro e con la natura è regolato dal *logos*, così la natura è assoggettata ad una legge. Nel momento poi in cui il controllo della politica sull'economia garantisce la stabilità della proprietà privata fondiaria come sostanza inalienabile, l'essere di Parmenide prevale sul divenire. Parmenide equipara fra loro la determinazione *logica* dell'essere e la sua determinazione *ontologica* (“lo stesso è pensare ed essere”) e la sua affermazione “l'essere è, il non essere non è” corrisponde al *valore di verità* dell'attribuzione di una proprietà ad un

soggetto in base ad un principio di non contraddizione, cioè alla logica della proprietà privata. La concezione di Eraclito della *legge di natura* e la concezione di Parmenide della *permanenza dell'essere* sono le prime determinazioni formali di quelle leggi di natura e di quei principi di conservazione che sottendono tutto lo sviluppo della scienza occidentale. Ma la concezione di Parmenide di un primato dell'essere intellegibile sul divenire sensibile pone il problema della spiegazione del divenire dei fenomeni naturali. Introducendo una distinzione fra l'essere in potenza (*dynamis*) e l'essere in atto (*energeia*), Aristotele concepisce ogni trasformazione in natura come un passaggio dalla potenza all'atto: dato però che il prevalere dell'atto sulla potenza corrisponde al prevalere di una causa finale immutabile sulla causa motrice, tale concezione *finalistica* non porta allo sviluppo di una dinamica come scienza, la quale è fondata su una concezione *causale* del divenire.

Il limite e l'infinita divisibilità delle grandezze. La separazione analogico | digitale – L'argomentazione logica della politica viene applicata anche alla geometria. Nell'*aritmo-geometria* delle civiltà idrauliche della Mesopotamia e dell'Egitto, la misura dell'estensione dei terreni era data, come la misura delle derrate, da numeri interi; inoltre, poiché il monarca era per diritto l'unico proprietario delle terre e dei beni, egli non era tenuto a dimostrare l'esattezza dei calcoli, puramente empirici, dei suoi amministratori. Nella struttura democratica della polis, fondata sulla proprietà privata della terra, è invece essenziale determinare con *esattezza*, nell'estensione di un terreno, il *limite* fra ciò che è di un cittadino e ciò che non è suo, ma di un'altro (Aristotele definisce la superficie come limite di un solido, la linea come limite di una superficie ed il punto come limite di una linea). Ma quando, nel VI secolo a.C., la scuola pitagorica applica alla misura geometrica la nuova esigenza di esattezza, scopre che la diagonale e il lato di un quadrato non sono commensurabili fra loro, cioè che la misura della diagonale assumendo il lato come unità di misura non è un rapporto fra numeri interi. Questa scoperta indusse i matematici greci a sostituire il calcolo aritmetico (*digitale*) con una misura geometrica (*analogica*) la cui operazione fondamentale è la divisione invece dell'addizione: un segmento, la cui lunghezza è definita dai punti estremi che lo delimitano, non contiene un numero finito di punti, ma è divisibile

all'infinito mediante punti, cioè è *continuo*; d' altra parte, la misura del segmento non può essere ricostituita mediante l'addizione degli infiniti punti. La misura di una grandezza è un numero reale che, quasi sempre, non è esattamente determinabile in assoluto, perché non è una frazione. Nella *teoria delle proporzioni* di Eudosso, l'eguaglianza di due rapporti fra grandezze (cioè di due misure) può essere determinabile con esattezza mediante il 'metodo di esaustione', un procedimento che permette di dimostrare, per assurdo, l'esistenza e l'unicità del limite di una successione infinita di valori approssimati per difetto o per eccesso, ma non permette però, tranne casi particolarmente semplici, il suo ritrovamento. Allo stesso modo il ciclo [Merce – (Denaro – Merce – Denaro) – Merce] dell'economia contiene, entro i limiti fissati dal nesso fra produzione e consumo, la possibilità di un'accumulazione *potenzialmente illimitata* di denaro: e solo nello scambio può essere definito il valore relativo delle merci, mentre non è determinabile il loro valore di scambio assoluto (cioè il tempo di lavoro accumulato).

L'isomorfismo fra diversi livelli sociali – Nel saggio *Capitale finanziario e populismo* ho evidenziato una corrispondenza biunivoca fra le strutture (isomorfismo) del cosmo aristotelico e della *polis*, che riporto qui di seguito.

Nella costituzione del cosmo aristotelico:

- i) la sfera cristallina del cielo contiene il cosmo e il suo moto di rotazione diurna regola i moti circolari uniformi delle sfere cristalline, omocentriche e contigue, dei pianeti, del Sole e della Luna, le più interne delle quali ruotano intorno ad assi fissati alle più esterne;
- ii) il centro della sfera del cielo è il luogo naturale di una Terra immobile, la cui stabilità è garantita dalla simmetria della sfera del cielo: non essendo nessuna direzione privilegiata, la Terra non ha alcuna ragione di muoversi;
- iii) i moti circolari uniformi delle sfere incorruttibili dei pianeti regolano i moti radiali opposti dei corpi sublunari che, in quanto composti dei quattro elementi (terra, acqua, aria e fuoco), sono soggetti a generazione e corruzione;

- iv) il moto circolare uniforme delle sfere cristalline ha inizio e fine in se stesso, mentre i moti radiali ed opposti dei corpi pesanti e leggeri, rispettivamente verso il centro della sfera celeste e dal centro verso la sfera della luna, non hanno il fine in loro stessi, ma il fine di tali moti locali coincide con la loro fine negli opposti luoghi naturali.

Nella costituzione della polis:

- i) la prassi politica dei cittadini, proprietari terrieri, ha la funzione di regolare il ciclo Merce–Denaro–Merce della circolazione delle merci, garantendo l'equivalenza nello scambio e l'incorruttibilità della moneta di conio;
- ii) il compito centrale di una comunità di cittadini aventi eguali diritti è garantire per legge la stabilità della proprietà della terra;
- iii) la circolazione uniforme di una moneta incorruttibile regola le opposte attività finalizzate alla produzione e al consumo di merci generate e corruttibili;
- iv) la poiesis artigiana dei meteci, che ha il fine fuori di sé, è contrapposta da Aristotele alla prassi politica dei cittadini, che ha il fine in se stessa: "Poiché le azioni che hanno un limite non sono esse stesse un fine, ma si riferiscono ad un fine, ... allora siffatti procedimenti non sono un'azione, o almeno non sono un'azione perfetta, perchè non sono un fine, ma è azione, invece, solo quel procedimento nel quale è immanente il fine" (*Metafisica*, p. 262).

5.4. Il valore sociale del lavoro e la sua alienazione nel valore di scambio. Il capitalismo industriale e finanziario

Il primo periodo della terza era della civiltà urbana [632–1519]

Nel grande periodo che va dall'inizio dell'espansione dell'Islam, nel 632 d.C., al 1519, le invasioni di nomadi semiti del deserto arabico e di nomadi turchi e mongoli della steppa euroasiatica portarono alla costituzione di una successione di imperi che sancirono il predominio dell'Oriente sull'Occidente: i *Califfati arabo-islamici*, i *Sultanati*

turco-islamici e gli *Imperi cinese-buddisti* dei T'ang e dei Song. L'invasione dei nomadi della steppa euroasiatica divenne massiccia a partire dal 1200 d.C., con la successiva formazione di una catena di khanati mongoli dalla Russia alla Cina... In questo periodo, l'espansione arabo-islamica sulle coste orientali e meridionali del Mediterraneo indusse la contrapposizione del Cristianesimo all'Islam e uno spostamento verso nord-ovest del baricentro geopolitico della civiltà urbana occidentale che favorì lo sviluppo dell'Europa. Si costituirono così, da un lato, l'*Impero greco-ortodosso* di Bisanzio, dall'altro, l'*Impero franco-cattolico* di Carlo Magno. La disgregazione di quest'ultimo portò alla formazione del sistema feudale e dei comuni, che divennero le basi per la costituzione degli Stati nazionali europei. (*Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, pp. 44-4561)

Il secondo periodo della terza era della civiltà urbana [1519 - ...] – Questo periodo, che ha inizio con la colonizzazione dell'America, è caratterizzato dall'espansione oceanica della civiltà urbana occidentale e da un predominio politico-economico delle monarchie europee sugli imperi orientali, dovuto essenzialmente allo sviluppo scientifico-tecnologico e allo sviluppo del capitalismo, prima manifatturiero e poi industriale. Le monarchie europee occidentali formano imperi coloniali in America, in Asia e in Africa ed esercitano un predominio, prima commerciale e poi politico, sugli Imperi che si formano ad Oriente: l'Impero turco degli *Ottomani*, l'Impero persiano dei *Safavidi*, l'Impero indiano dei *Mogol* e l'Impero cinese dei *Manciù*. Il conflitto fra gli imperialismi europei per il predominio in Europa e nelle colonie sfocia in due guerre mondiali e, dopo la seconda guerra mondiale, si ha l'emarginazione dell'Europa, con il predominio di USA e URSS e l'inizio del predominio della Cina.

Il sistema economico-politico del comune e dello Stato politico – Nella terza era dell'evoluzione della civiltà urbana, si è sviluppato in Europa il nuovo sistema economico-politico dei comuni e degli Stati nazionali, che si è diffuso soprattutto nella civiltà occidentale. Il commercio fra i Califfati arabi e l'Impero bizantino aveva stimolato il commercio dei mercanti italiani nel Mediterraneo e dei mercanti del Mare Baltico e del Mare del Nord. I due insiemi commerciali del sud e del nord

Europa entrarono in comunicazione fra loro e si costituì una densa rete di scambi commerciali che favorì lo sviluppo della produzione agricola, dell'artigianato urbano e delle manifatture capitalistiche. I mestieri artigiani delle città si raggrupparono in *corporazioni*, mentre i mercanti si associavano in *compagnie* che favorivano l'investimento di capitale con depositi comuni; lo sviluppo del capitalismo commerciale fu favorito dall'uso di sistemi di credito e di contabilità (lettera di cambio, partita doppia) e dalla disponibilità di una solida moneta aurea. A partire dal XII secolo, i *borghesi* si emanciparono dal potere vescovile (o signorile) e costituirono comunità autogestite di liberi cittadini (i *comuni*), con libera *elezione* dei governatori e una legge scritta a garanzia dei diritti civili. La costituzione di un'efficiente amministrazione cittadina a vantaggio della collettività, in cui funzionari revocabili erano remunerati in denaro, fu un esempio per la costituzione successiva degli Stati nazionali. Si formò così la civiltà urbana d' Europa.

Il valore del lavoro e la sua alienazione – Con la costituzione politica del comune europeo cessò la soggezione dell'artigiano e del mercante al potere politico del proprietario fondiario: il lavoro non era più un servizio in funzione d'altri e, divenuto autonomo, acquisì un valore positivo intrinseco; inoltre, nelle transazioni mercantili, ognuno poteva porsi dal punto di vista dell'altro e il rapporto *univoco* fra il lavoratore e il suo signore diveniva un rapporto *reciproco* fra liberi e uguali. Ma, con l'espansione del commercio, l'azienda corporativa artigiana fu spinta a superare i propri limiti e, con il favore del nascente Stato politico, il cui potere veniva accresciuto dal finanziamento di ricchi banchieri, si trasformò progressivamente in azienda capitalistica. A differenza del lavoro qualitativo del mestiere artigiano, volto alla produzione di un valore d' uso specifico, il lavoro dell'operaio salariato era astratto dal contenuto specifico e la *quantità di lavoro* finì con il costituire il *valore di scambio* delle merci (Marx, *Il capitale*, Libro primo); inoltre, mentre il lavoro artigiano aveva un limite nel bisogno occasionale del cliente, il lavoro dell'operaio salariato era *potenzialmente illimitato* (al di là della giornata lavorativa) in quanto soggetto al bisogno illimitato di ricchezza del capitale che lo impiegava. Allo stesso modo, in meccanica, il movimento iniziò ad essere concepito

come un'astratta *quantità di moto* che tendeva a conservarsi per *inerzia* (al di là della resistenza del mezzo).

Il capitalismo industriale e finanziario – Il superamento del limite della giornata lavorativa e della produzione individuale del plusvalore si ebbe, all'inizio, con la semplice cooperazione e divisione del lavoro sociale all'interno della manifattura capitalistica (così come l'efficienza di una macchina aumentava con la composizione di moti simultanei indipendenti), che si sviluppò soprattutto a partire dal XVI secolo, con l'espansione del commercio a livello oceanico. Lo sviluppo della meccanica e della termodinamica favorì poi l'applicazione delle macchine al processo produttivo materiale da parte del *capitalismo industriale*: l'energia delle forze della natura venne incorporata nel capitale come sua forza produttiva, nello sfruttamento del lavoro umano. Infine, lo sviluppo della teoria elettromagnetica e della teoria dell'informazione ha favorito l'applicazione di un sistema integrato di telecomunicazioni e computer alla produzione, sia materiale che immateriale, del *capitalismo finanziario*: l'informazione prodotta dalla scienza, un prodotto generale ed astratto dell'evoluzione del sapere umano, viene incorporata nel capitale come sua capacità innovativa nello sfruttamento dell'informazione prodotta dall'attività umana in generale, oltre che delle risorse naturali. In definitiva, lo sviluppo della produzione immateriale del capitalismo finanziario richiede un'estensione delle determinazioni marxiane del valore d'uso e del valore di scambio di una merce:

Nel suo rovesciamento della dialettica hegeliana dello Spirito nel materialismo dialettico, Marx deriva dalla produzione materiale le sue determinazioni di valore d'uso e di valore di scambio, non considerando che la produzione materiale è condizione necessaria ma non sufficiente per la sintesi sociale e che... nel modo di produzione immateriale del capitale finanziario, la produzione di significato e lo scambio di informazione sono essenziali al processo di valorizzazione del capitale. Nella società dei consumi le merci hanno un *significato*... che è inestricabilmente connesso al loro valore d'uso e, come nella produzione materiale il valore d'uso delle merci è alienato nel valore di scambio, così nella produzione immateriale il significato delle merci è alienato nell'*informazione*.

Così l'informazione accumulata nel capitale si accresce con l'incorporazione di *nuova informazione* (il plusvalore) in un processo di auto-valorizzazione, a spese di un aumento di *incertezza* nella società, dato dalla crescente segmentazione e precarizzazione del lavoro... e a spese di un aumento di *entropia* della natura, dato dall'esaurimento e/o dall'inquinamento delle risorse naturali di un intero ecosistema. (*Capitale finanziario e populismo*, pp. 101, 103)

Entropia e informazione – Nel XIX secolo, Darwin contrappose la teoria dell'evoluzione delle specie in un ecosistema aperto al principio della Meccanica statistica della tendenza al massimo disordine molecolare (*entropia*) in un sistema chiuso. Nel XX secolo la teoria matematica delle comunicazioni di Shannon e Weaver definì la misura probabilistica dell'informazione contenuta in un messaggio in base al numero di scelte fra alternative necessarie ad eliminarne l'*incertezza*: essendo la formula dell'incertezza eguale a quella dell'entropia, la determinazione soggettiva di incertezza e quella oggettiva di entropia vennero equiparate fra loro. Successivamente si sviluppò la teoria dei sistemi complessi, sistemi dinamici non lineari lontani dall'equilibrio che si auto-organizzano incorporando informazione a scapito dell'aumento di entropia dell'ambiente circostante. All'inizio del XXI secolo, fu introdotta in biosemiotica l'informazione quantistica come estensione dell'informazione classica di Shannon (vedi Cap. 3).

5.5. Causalità effettuale e progettualità. L'algebrizzazione della geometria e l'analisi infinitesimale

La costituzione di due organismi sociali *autonomi*, il Comune e lo Stato nazionale, che, mentre si contrapponevano al dominio locale del signore feudale e al domino universale dell'Impero e della Chiesa, rimanevano *aperti* agli scambi commerciali e culturali, fu un fatto storico del tutto nuovo. Le nuove esigenze, tipicamente borghesi, di *effettualità* e di *progettualità* — e la contrapposizione delle relazioni orizzontali reciproche dello scambio, alle relazioni verticali non reversibili fra signore e servo — comportarono nel XIV e nel XV secolo, una radicale trasformazione nella concezione, rispettivamente, del movimento e

dello spazio, che portò allo sviluppo, nel XVI secolo, di una nuova concezione del mondo. (*Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, pp. 59–60)

Causalità effettuale – Nel XIV secolo, la teoria dell'*impetus* di Buridano e Oresme (vedi Clagett) pone in discussione la concezione aristotelica del moto con le seguenti argomentazioni: i) la capacità impulsiva (*impetus*) conferita dal motore al mobile diviene la causa motrice che sostiene il movimento stesso; ii) il fine del moto radiale dei gravi non è la fine nel luogo naturale per ristabilire un equilibrio perturbato, ma il permanere e produrre un *effetto utile* con la sua interruzione, inoltre la 'quantità di movimento' tende a conservarsi nel trasferimento fra moti qualitativamente diversi; iii) il moto circolare della sfera del cielo, tendendo a permanere, non ha bisogno di un motore immobile e, essendo il moto relativo all'osservatore, il moto diurno della sfera del cielo potrebbe essere sostituito dal moto di rotazione della terra nel verso opposto. Nello stesso tempo Dante, nella *Divina Commedia*, aveva vivificato l'astratta teologia di san Tommaso con la *concreta espressione* in volgare della 'commedia' umana, Giotto aveva conferito corposità ed *intensità espressiva* alle figure astratte e ieratiche della pittura bizantina e il poeta francese Guillaume de Machaut produceva, con dislocazioni ritmiche e cesure vocali, il nuovo *effetto emozionale* della musica dell'*Ars nova*.

Progettualità – Nel XV secolo, i pittori fiamminghi utilizzando la *prospettiva*, introdussero la terza dimensione nello spazio bidimensionale del quadro, la cui cornice divenne così una finestra aperta sul mondo e, mentre, all'inizio del XVI secolo, il musicista fiammingo Josquin des Prez correlava fra loro, con la nuova dimensione 'verticale' dell'*armonia*, le linee melodiche 'orizzontali' del contrappunto polifonico, Copernico correlava fra loro il moto dei pianeti nella costituzione di un cosmo armonico. Nel cosmo tolemaico, il moto disarticolato dei pianeti, corpi cristallini, era proiettato nella sfera del cielo, per cui la loro distanza dalla Terra non era determinabile. Attribuendo alla Terra (oltre alla rotazione diurna) un moto di rivoluzione attorno al Sole, e introducendo così una dimensione di profondità nello spazio bidimensionale del cosmo tolemaico, Copernico riuscì a determinare le distanze relative dei

pianeti e a sincronizzare il loro moto, componendo un cosmo armonico in cui la Terra era come i pianeti. Così, nell'epoca della *progettazione* di uno Stato organizzato, Copernico progettava la costituzione di un cosmo ordinato e, mentre Colombo estendeva lo spazio geografico e scopriva un nuovo mondo, Copernico estendeva lo spazio cosmico e scopriva una molteplicità di mondi, simili in natura alla Terra.

L'isomorfismo fra livelli sociali – In un saggio dal titolo *Rivoluzioni parallele isomorfe. Copernico, Ariosto e Josquin Des Prez*, ho evidenziato una corrispondenza biunivoca fra le strutture dei livelli economico-politico, cosmologico, letterario e musicale, all'epoca della costituzione dello Stato politico in Europa. Riporto qui di seguito l'isomorfismo fra la struttura del cosmo copernicano e la struttura dello Stato politico.

Nella costituzione del cosmo copernicano:

- i) il cosmo geocentrico appare come una composizione disarticolata di moti separati: ciò significa che l'osservatore terrestre deve rinunciare a ritenere che ciò che osserva abbia un immediato significato cosmologico e che, astraendo dal proprio punto di vista particolare, deve progettare la costituzione di un nuovo assetto cosmologico;
- ii) il soggetto copernicano riconosce il rispecchiamento nel cielo del moto di rivoluzione della Terra e connette gli effetti alle cause con l'anticipazione di ipotesi falsificabili;
- iii) la Terra cessa di essere un fondamento immobile e la circolazione della Terra intorno al Sole è alla base della costituzione di un sistema cosmico in cui, tolta la separazione fra cielo e terra, la Terra viene elevata e posta in cielo;
- iv) la delega del controllo a un centro effettivo permette la determinazione delle relazioni spaziali e la sincronizzazione temporale dei moti planetari nella costituzione di un assetto cosmico ordinato.

Nella costituzione dello Stato politico:

- i) il sistema feudale appare come una composizione disarticolata di interessi privati: ciò significa che il proprietario terriero deve rinunciare

- a ritenere che ciò che è privato abbia un immediato significato politico e che, astraendo dal suo interesse particolare, deve progettare la costituzione di un nuovo assetto politico;
- ii) il soggetto dello scambio commerciale riconosce nell'altro il rispecchiamento del suo interesse privato e connette il profitto all'anticipazione di capitale in imprese fallibili;
- iii) la proprietà terriera cessa di essere un fondamento inalienabile e la circolazione della terra come merce è alla base della costituzione di un sistema capitalistico in cui, tolta la separazione fra aristocratico e borghese, il borghese viene eletto e posto al servizio dello Stato politico;
- iv) la delega del controllo a un potere centrale permette la regolazione delle relazioni spaziali e la sincronizzazione temporale degli scambi commerciali nella costituzione di un assetto politico ordinato.

L'algebrizzazione della geometria e l'analisi infinitesimale – La rivoluzione cosmologica copernicana e la nuova concezione della gravità e della quantità di moto aprirono la strada allo sviluppo della meccanica newtoniana, mentre l'introduzione della notazione letterale nell'algebra numerica arabo-indiana e la concezione di una *relazione funzionale fra grandezze variabili* (cfr. Aleksandrov et al.) aprirono la strada all'analisi infinitesimale, il linguaggio della nuova concezione della causalità deterministica:

La matematica greco-alessandrina si fondava sui concetti di *limite*, di *infinita divisibilità* delle grandezze e sulla relazione geometrica di *proporzione fra grandezze fisse*: l'infinita divisibilità delle grandezze della geometria non era compatibile con l'*infinita additività* dei numeri dell'aritmetica (e dell'algebra). Dopo che Viète (1540–1603) ebbe introdotto in algebra la notazione letterale, Cartesio (1596–1650) ricostituì la connessione fra geometria e algebra, affermando che è il *movimento* del punto che ricostituisce additivamente la linea e rappresentando la variazione di un numero reale (negativo o positivo) con il movimento di un punto su una retta orientata: concependo i numeri come coordinate di punti, egli poi rappresentò con linee nel piano cartesiano la relazione algebrica di *funzione fra grandezze variabili*. L'analisi infinitesimale di Newton e Leibniz (1646–1716) superò la

contraddizione fra l'infinita divisibilità della geometria e l'infinita additività dell'algebra affermando che una grandezza finita è costituita da un numero tendente all'infinito di grandezze elementari che tendono a zero, cioè da *infiniti infinitesimi*. (*Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana*, p. 71)

CAPITOLO VI

LO SVILUPPO INDIVIDUALE DELLA SEMIOSI UMANA

6.1. La base neurale della semiosi individuale

Uno dei più importanti risultati delle neuroscienze è la recente scoperta che l'attività dei centri percettivi, emozionali e motori della corteccia cerebrale è regolata top-down (con ritmi alfa e theta) da tre gigantesche reti associative fronto-parietali: un network mediale di *default*, un network ventrolaterale di *reorienting* e il network dorsolaterale dell'*attenzione*. I primi due network sono correlati fra loro, ma sono entrambi anticorrelati con il network dell'attenzione. La più probabile funzione del *default-reorienting network* è regolare, in assenza di compiti specifici (nei quali è attivato il network dell'attenzione), la dinamica di base della *navigazione sociale diretta ad uno scopo* del sé. L'organizzazione intrinseca e la maturazione del default-reorienting network sono sostanzialmente le stesse nei diversi soggetti, e sono relativamente indipendenti dai cicli percettivo-motori dell'apprendimento. Inoltre, il livello di attivazione e di connessione reciproca degli hub parietale e prefrontale del default network è strettamente correlato al *livello* di coscienza, mentre è relativamente indipendente dal *contenuto* di questa, i qualia, che risultano dall'elaborazione (con ritmi gamma e beta) dell'informazione percettiva ed emozionale recepita bottom-up.

Il *default network*, la cui attivazione è regolata principalmente dai neuromodulatori acetilcolina e dopamina, è composto essenzialmente

di due hub mediali, reciprocamente interagenti, ciascuno suddiviso in una regione ventrale e dorsale (vedi Figura 1):

- i) l'hub *mediale parieto-temporale* (PCC/mTC//mPPC), suddiviso in una regione ventrale, che include la corteccia del cingolo posteriore e la corteccia temporale mediale, e una regione dorsale che include la corteccia postero-parietale mediale;
- ii) l'hub *mediale prefrontale* (vACC/vmPFC//dACC/dmPFC), suddiviso nelle zone ventrali (colinergiche) e nelle zone dorsali (dopaminergiche) della corteccia del cingolo anteriore e della corteccia prefrontale mediale.

Nell'interazione reciproca fra i due hub del default network, l'attivazione si propaga a partire dall'hub prefrontale (che ha una maggiore densità di neuroni) ed è controllata dall'hub parietale (il cui consumo di glucosio è maggiore).

Il *reorienting network*, la cui attivazione è regolata principalmente dai neuromodulatori noradrenalina e serotonina, è composto di due hub ventrolaterali che interagiscono con gli hub del default network (vedi Figura 1):

- i) la *giunzione temporo-parietale* (TPJ \equiv IPL/STS) del lobulo parietale inferiore con il solco temporale superiore, giunzione principalmente noradrenergica che interagisce con l'hub mediale parieto-temporale;
- ii) la *giunzione temporo-frontale* (TP/vlPFC) del polo temporale con la corteccia prefrontale ventro-laterale, giunzione principalmente serotonergica che interagisce con l'hub mediale prefrontale.

Le giunzioni temporo-parietale e temporo-frontale dell'emisfero sinistro sono adiacenti, rispettivamente, alle aree linguistiche di Wernicke e Broca, le cui funzioni specifiche sono, rispettivamente, la *combinazione in un contesto* e la *selezione in un codice*.

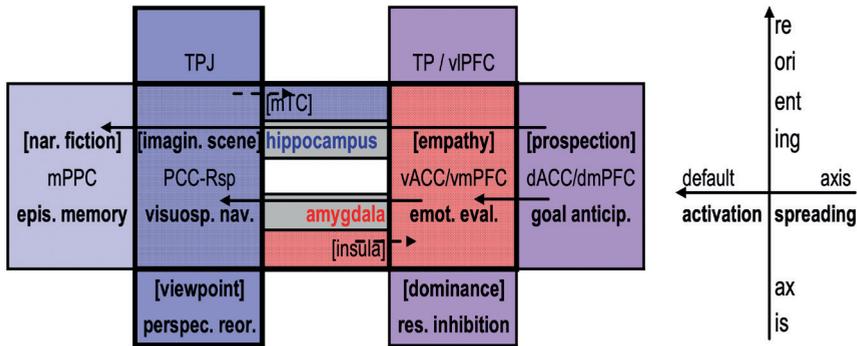


Figura 1. Diagram of brain's default–reorienting network.

Come accennato nella Sez. 3.6 del Capitolo 3, e come vedremo meglio in seguito, il *default network* prevale in condizione di riposo ed è il substrato neurale di un flusso di coscienza dato dalla sovrapposizione di una molteplicità di stati mentali, con vaga tonalità emotiva, mentre il *network dell'attenzione* prevale sul default network nei processi decisionali e, in generale, quando l'attenzione attiva i centri percettivi, emozionali e motori nell'esecuzione di compiti specifici. Il *reorienting network* è il substrato neurale del controllo della transizione fra i due primi due network (e della transizione alla coscienza onirica).

Nei primi due capitoli di un saggio del 2021, dal titolo *Brain dynamics for goal-directed social navigation. A non-linear statistical model of consciousness*, ho utilizzato i dati sperimentali forniti da decine di ricercatori, in più di un centinaio di articoli, per analizzare la dinamica dello sviluppo — nelle due fasi successive primaria e secondaria — delle funzioni del default–reorienting network (rappresentate schematicamente nel diagramma di Figura 1, tratta da *Brain dynamics*). Il risultato di tale analisi viene esposto qui di seguito con una drastica 'prescrizione' degli aspetti essenziali; per una prescrizione meno drastica e per i riferimenti bibliografici qui non riportati rinvio al saggio.

6.2. La messa in scena di una relazione immaginaria fra gli attanti Sé e Altro

L'hub mediale prefrontale (vACC/vmPFC) è interconnesso con l'amigdala ed è coinvolto nel condizionamento e nella *valutazione emozionale*. L'hub mediale temporale (PCC/mTC) è interconnesso con l'ippocampo ed è coinvolto nella *navigazione visuospaziale* (e nella memoria episodica). Le regioni PCC e mPPC sono impegnate nell'impostare un'ampia *messa in scena*, rispettivamente spaziale e spazio-temporale, della relazione fra il sé e gli oggetti del mondo esterno (una lesione bilaterale della PCC e della mPPC induce la sindrome di Balint, una forma di visione a tunnel). La giunzione temporo-parietale (TPJ \equiv IPL/STS) è strettamente interconnessa con la PCC e, mentre la sua parte sinistra è coinvolta nella funzione linguistica della combinazione in un contesto, la sua parte destra è coinvolta nel mantenere una coerente percezione del proprio corpo, distinto dagli oggetti del mondo esterno, e nella scelta del *punto di vista* di soggetto / oggetto nella navigazione visuospaziale del sé. Un malfunzionamento di questa regione corticale può produrre la credenza, peculiare alla schizofrenia, che il proprio pensiero e le proprie azioni sono controllati da agenti esterni.

L'hub (vACC/vmPFC), e la giunzione (TPJ \equiv IPL/STS) della corteccia associativa sono particolarmente sviluppate nell'uomo e la loro funzione, rispettivamente, di valutazione emozionale e di riorientamento spaziale sono, in parte, reclutate (con un'exaptation), per le funzioni adattive, rispettivamente dell'*empatia* e dell'*imitazione reciproca*, nel prolungamento della navigazione visuospaziale dell'hub (PCC/mTC) nella navigazione (e comunicazione) sociale. Fin dal primo anno di vita, il bambino sviluppa la capacità empatica di fissare spontaneamente l'attenzione su un oggetto il cui interesse è condiviso con la madre (*joint attention*), seguendolo con lo sguardo e puntandolo con il dito (due attività che coinvolgono la regione STS della TPJ). La regione IPL di destra è attivata quando un'azione intenzionale del soggetto è imitata da un altro, mentre la regione IPL di sinistra è attivata quando il soggetto imita l'azione intenzionale di un altro; il lato sinistro della giunzione TPJ viene inoltre reclutato per la funzione linguistica della combinazione nel contesto. Questo 'rispecchiamento empatico' dell'altro nel

sé e del sé nell'altro è alla base dell'*identificazione introiettiva / proiettiva* del sé, descritta dalla teoria delle relazioni oggettuali della psicoanalisi, e dello sviluppo, fra uno e due anni di età, di una 'teoria della mente', cioè della capacità di ascrivere agli altri sentimenti e intenzioni simili ai propri. Si ha così che la navigazione visuospatiale del sé, in cui è coinvolto l'hub (PCC/mTC), viene prolungata nella navigazione sociale, con la messa in scena (costitutiva della coscienza primaria) di un dialogo fra due attanti immaginari, il *Sé* e l'*Altro* (*Other*), che sono in relazione empatica fra loro e si scambiano il punto di vista. La mancata tendenza allo sviluppo spontaneo della joint attention, nel primo anno di vita, è un segno premonitore dello sviluppo dell'autismo a partire dal secondo anno di età.

In *The Feeling of What Happens* (1999), Damasio propose un'interessante concezione della coscienza come una rappresentazione del secondo-ordine dell'organismo, dell'oggetto e della loro relazione reciproca. Egli prima spiegò come un insieme coerente di strutture neurali può produrre una rappresentazione del *primo ordine* di 'qualcosa a cui noi attribuiamo il conoscere' (il proto-sé), da un lato, e di 'qualcosa da conoscere' (l'oggetto), dall'altro, e anche l'effetto che il secondo ha sul primo... Damasio allora pose alla base di ciò che egli chiamò *coscienza nucleare* — la più elementare forma di coscienza — la rappresentazione del *secondo-ordine* (o ri-rappresentazione) della relazione causale (reciproca) fra il proto-sé e l'oggetto, come una *relazione immaginata fra gli attori Sé e Oggetto*. La storia contenuta nelle immagini della coscienza nucleare non è narrata da ciascuno di noi come un sé, poiché il nostro sé nucleare sorge solo all'interno della storia stessa, quando questa è narrata. (*Brain dynamics for goal-directed social navigation*, p. 21, mia traduzione dall'inglese)

Nei neonati è presente all'inizio solo un hub mediale parietale, primitivo e incompleto, cui si associa in seguito un hub mediale prefrontale ancora più primitivo. Tali hub associativi si sviluppano più rapidamente dei centri corticali non associativi e, a partire da un'età compresa fra uno o due anni, iniziano a connettersi fra loro per mezzo di connessioni assionali (che diventano più veloci per mielinizzazione). Si sviluppa così il substrato neurale della coscienza primaria (o nucleare), dato

dalla connessione dell'hub prefrontale (vACC/vmPFC) con l'hub parietale (PCC/mTC) e con la giunzione (TPJ \equiv IPL/STS). Tale connessione costituisce la struttura primaria del default-reorienting network (denotata in Figura 1 con i colori rosso e blu), ma è solo a partire dai sei anni di età che tale struttura è chiaramente delineata e che può essere attribuita al bambino una piena coscienza di sé e una chiara attribuzione ad altri di stati mentali.

6.3. La messa in scena di una relazione simbolica fra gli attanti Sé, Altro e Oggetto di valore

Fra i tre e i cinque anni di età, il default-reorienting network [(vACC/vmPFC) (TPJ) (PCC/mTC)], il substrato neurale della coscienza *primaria*, viene progressivamente incluso (per mezzo di ulteriori e più veloci connessioni assonali) nel default-reorienting network [(dACC/dmPFC) (TP/vlPFC) (mPPC)], il substrato neurale della coscienza *secondaria* (o autocoscienza). Mentre la giunzione TPJ regola lo switching fra il sé e il mondo esterno, la giunzione (TP/vlPFC) regola invece lo switching fra l'hub (dACC/dmPFC) del default network secondario e la corteccia prefrontale dorsolaterale dlPFC (la memoria di lavoro) del network dell'attenzione.

Le regioni associative del default-network secondario (cfr. Fig. 1) sono coinvolte nella sequenza: i) monitoraggio di un *conflitto esecutivo* (dACC) che comporta il mancato raggiungimento di un obiettivo (goal object) e la perdita di un oggetto di valore; ii) *inibizione* (serotoninica) della risposta attuale (TP/vlPFC dell'emisfero destro) e *selezione* di una risposta alternativa (TP/vlPFC dell'emisfero sinistro), con reclutamento del lato sinistro per la funzione linguistica della selezione nel codice; iii) anticipazione e ricerca (dopaminica) di un obiettivo sostitutivo e *prospezione* di mondi possibili alternativi (dmPFC), con il reclutamento di quest'ultimo hub per la funzione pragmatica del linguaggio; iv) *retrospezione* nella memoria autobiografica e costituzione di sequenze narrative spazio-temporali (mPPC).

La giunzione (TP/vlPFC) gioca un ruolo importante nello sviluppo di una riflessione *audio-temporale* del sé con se stesso (diversa dalla

riflessione speculare *visuo-spaziale* degli attanti sé e altro in cui è coinvolta la giunzione TPJ), che permette al bambino di considerare se stesso criticamente, come un oggetto esterno, selezionando le proprie intenzioni / aspettative in accordo con le regole sociali derivanti dall'internalizzazione della 'voce parentale'.

La joint attention, che è rivolta a un oggetto di valore immediato, propria della coscienza primaria, si trasforma così nell'anticipazione del *sostituto simbolico* di un oggetto di valore perduto, doppio in quanto rappresenta all'altro l'intenzione del sé, mentre allo stesso tempo rappresenta al sé l'intenzione dell'altro. Si ha così la messa in scena di una relazione triadica di cooperazione / competizione, nella ricerca di un *Oggetto di valore* (*Goal object*), fra gli attanti immaginari Sé e Altro, in cui la *dominanza* del Sé o dell'Altro (cioè il ruolo attivo o passivo del sé) è regolata dall'hub (TP/vlPFC).

Nel processo onirico sono attivati l'hub prefrontale del default network globale e la corteccia mediale temporale, cioè il sistema [(vACC/vmPFC) (dACC/dmPFC) (mTC)]. Le giunzioni (TPJ) e (TP/vlPFC) e i corrispondenti neuromodulatori noradrenalinico e serotoninico sono poco attivati in quanto, nel corso del processo onirico, il soggetto è isolato dal mondo esterno e non comunica con il network dell'attenzione (non avendo compiti specifici da compiere). Inoltre l'hub parietale mediale (PCC/mPPC), il cui consumo energetico è massimo, non è attivato, è attivata invece la corteccia somato-sensoriale (coinvolta nell'*incorporazione* delle relazioni attanziali del sé). Ciò spiega un certo effetto tunnel nella rappresentazione visuo-spaziale, oltre a discontinuità e incongruenze nella struttura narrativa. In una nota del saggio *Brain dynamics* ho riportato le tre seguenti, interessanti concezioni del gioco simbolico della ricerca del sostituto di un oggetto di valore perduto:

- i) La concezione di Freud dell'importante distinzione fra processi primari e secondari nella dinamica del sé, sulla base del rovesciamento della perdita di un oggetto di valore (la falla) nella rappresentazione di un suo sostituto simbolico (il *fallo*) — a questo punto è importante osservare che la psicoanalisi denomina *fase orale / anale* o narcisistica la fase di adattamento economico e *fase fallica* la fase di adattamento genealogico.

In *Die Verneinung* (1925), Freud correla i processi primari e secondari ripetutamente a due tipi di giudizi: il *giudizio di valore*, che attribuisce valore a un oggetto che ha valenza per il sé, e il *giudizio di esistenza* che anticipa il possibile ritrovamento di un sostituto per un oggetto di valore (perduto a causa della rimozione), non immediatamente presente ma esistente come una rappresentazione (il fallo Φ , negazione della perdita \emptyset). Secondo Freud, il giudizio di valore implica l'associazione di un valore edonico con un oggetto della percezione immediata, ed è correlato alle semplici sequenze motorie di prenderlo o muoverlo. Invece il giudizio di esistenza instaura un gioco simbolico, di ricerca e ritrovamento dell'oggetto sostituto, fra due attanti opposti: il 'desiderio' del sé e la 'censura' dell'altro. (*Brain dynamics*, p. 79)

- ii) La notevole concezione di Lacan (espressa però con il linguaggio proprio della psicoanalisi) del *rovesciamento*, della relazione *immaginarica* (diadica) del godimento immediato, nella relazione *simbolica* (triadica) del godimento differito, in una 'dialettica del desiderio' mediata dal fallo cui corrisponde il rendere reversibile il tempo irreversibile della perdita. Come vedremo più avanti, a tale rovesciamento corrisponde, nel modello matematico della dinamica del sé, il rovesciamento della cuspidale, che attua la biforcazione in due stati stazionari, in una *cuspidale duale* inclusa nella biforcazione a farfalla di tre stati stazionari: tale cuspidale duale è doppia e corrisponde a una biforcazione a cuspidale in un tempo immaginario, reversibile.

In *Ecrits II* (1966), Lacan afferma che una castrazione simbolica è la molla principale di quel *sovertimento del soggetto* per mezzo del 'significante', che appare come una disgiunzione paradossale fra l'immaginario e il simbolico e consiste nell'eccedere i limiti del soddisfacimento, regolato dal principio del piacere (convergente nella cuspidale γ), per mezzo di un (possibilmente illimitato) differimento del godimento sulla scala rovesciata della *dialettica del desiderio*. Questo è caratterizzato dal rendere reversibile il tempo irreversibile della perdita con l'inserzione del fallo Φ (con la cuspidale duale γ') e con un trip temporale che connette la memoria di una soddisfazione passata con l'anticipazione di una nuova (im)possibile. (Ivi, pp. 79–80)

- iii) La concezione di Hintikka dell'applicazione della teoria dei quantificatori della logica dei predicati alla semantica dei mondi possibili di un gioco linguistico che simula la ricerca e il ritrovamento di determinate entità individuali.

In *The Game of Language* (1983), Hintikka riporta la semantica di tutte le espressioni del primo ordine del linguaggio naturale a un gioco semantico fra gli attanti 'me stesso' e una 'natura' che si oppone. Tale gioco simbolico simula il processo di ricerca e ritrovamento di oggetti reali e porta alla costruzione di una molteplicità di rappresentazioni alternative di 'stati di cose' di mondi possibili per mezzo di *sostituzione metaforica e combinazione metonimica* di determinate entità individuali: queste sono inserite (come istanziazioni) nei posti argomentali, marcati da variabili vincolate esistenzialmente o universalmente, di cornici predicative. Alla 'compulsione a ripetere' notata da Freud, può corrispondere la possibilità che un gioco fra due attanti a somma zero può continuare indefinitamente, poiché una strategia vincente per l'uno o l'altro degli attanti non esiste necessariamente (teorema dell'indecidibilità della logica del primo ordine). (Ivi, p. 80)

In uno scritto del 2014, dal titolo *La topologia della logica del mutamento e il carattere informativo di una logica intenzionale*, ho ricondotto il quadrato semiotico di Greimas al quadrato delle opposizioni della logica modale e della teoria dei quantificatori della logica dei predicati, dimostrando che il passaggio dall'asse dei contrari della logica degli enunciati al quadrato delle opposizioni della logica dei predicati segna il passaggio dall'*algebra* di una logica dell'essere, in cui è essenziale la determinazione del *valore di verità* di un enunciato, alla *topologia* di una logica intenzionale del divenire, in cui è essenziale la determinazione dell'*informazione* acquisita.

In definitiva, si può affermare che la coppia di proposizioni contraddittorie della logica formale *la qualità p [è presente / è assente] nel substrato S*, qualora sia propriamente intesa — nella sua accezione dinamica piuttosto che statica — diviene una coppia di proposizioni 'contrarie' *la qualità p [rimane presente / rimane assente] nel substrato S* che presuppone la 'contraddizione' data dalla coppia di proposizioni 'subcontrarie' *la qualità p [scompare / appare] nel substrato S...*

È interessante notare che: a) da un punto di vista fenomenologico, la *regolarità del permanere* di un oggetto della percezione non produce nuova informazione, mentre nuova informazione viene prodotta con la *singolarità del mutare* di questo; b) dal punto di vista operativo della ricerca, il *regolare ritrovamento* (regolato dal quantificatore universale) di oggetti individuali dotati di una data qualità non produce nuova informazione, mentre nuova informazione viene prodotta con il *singolare ritrovamento* (regolato dal quantificatore esistenziale) di oggetti individuali dotati di una data qualità. (*La topologia della logica del mutamento*, pp. 27, 32–33)

Si osservi, infine, che la concezione della coscienza come una messa in scena di una relazione diadica (secondità) fra gli attanti *Sé* (soggetto osservatore) e *Altro* (oggetto osservato) nella prescissione dei *qualia* emozionali e percettivi (primità), e di una relazione triadica mediata dall'*Oggetto di valore* (terzità) in cui si formano i comportamenti abituali (gli 'abiti' di Peirce), è in pieno accordo con la concezione di Andrade dell'essere vivente come agente semiotico (vedi Sez. 3.4 del Cap. 3),

6.4. La prescissione attuata dalle onde alfa e l'alternanza dei ritmi alfa prefrontale e postparietale

La corteccia cerebrale è suddivisa, generalmente, in sei strati. Lo strato 1, il più superficiale, è quasi privo di neuroni. Gli input sensoriali provenienti dal talamo e gli input provenienti dalle regioni corticali di ordine inferiore attivano, in sequenza: le cellule stellate dello strato granulare 4, i neuroni piramidali degli strati sopragranulari 3 e 2, e i neuroni piramidali degli strati infragranulari 5 e 6: da questi ultimi provengono, rispettivamente, gli output motori ai centri sotto-corticali e gli output alle regioni corticali di ordine inferiore. I dendriti degli strati superficiali sono il bersaglio principale dei nuclei talamici non specifici e i neuroni piramidali degli strati 2 e 3 hanno estensive ramificazioni eccitatorie, con connessioni intra-corticali e cortico-corticali a lungo raggio: essi perciò costituiscono il substrato neurale più adatto per l'integrazione top-down dell'informazione elaborata da vaste aree corticali. Nelle regioni associative della corteccia, il ritmo alfa ha un'origine

diffusa negli strati sopragranulari 2 e 3 ed è dovuto all'eccitazione reciproca di un numero enorme di neuroni piramidali orientati perpendicolarmente alla superficie piaie. Il ritmo alfa è *il ritmo dominante* della corteccia cerebrale e la sua funzione principale consiste nella *prescissione*, cioè l'inibizione di input non essenziali e la *selezione* di input essenziali per l'adattamento del sé al mondo naturale e sociale: in mancanza di tale prescissione il sé sarebbe soggetto a una molteplicità caotica di stimoli interni e, soprattutto, esterni. Onde alfa che viaggiano nei due versi opposti di una direzione longitudinale connettono (reversibilmente) e regolano top-down l'informazione emozionale e l'informazione visuospatiale, recepite bottom-up e successivamente elaborate rispettivamente dagli hub prefrontale e parietale:

In un articolo cruciale, Ito ed altri (2005) hanno studiato la struttura spaziale e temporale della sincronizzazione di fase nell'attività alfa EEG durante lo stato di riposo. Essi hanno riportato le istantanee di due tipici pattern spaziali di differenza di fase lungo l'asse che connette le regioni frontale e occipitale: 1) un pattern con una graduale variazione di fase da 0 a π radianti durante una forte attività alfa centrale, considerato come un'onda alfa progressiva che si propaga predominantemente dalla regione occipitale a quella frontale con gli occhi aperti e dalla regione frontale a quella occipitale con gli occhi chiusi; 2) un pattern con una brusca variazione centrale di fase di π radianti e oscillazioni con fasi opposte nelle regioni frontale e occipitale, considerate come gli antinodi di un'onda stazionaria composta di due onde progressive che si propagano in direzioni opposte. Notando che le onde alfa e theta si propagano prevalentemente fra le regioni frontali e occipitali... Patten e altri (2012) hanno calcolato la velocità di queste onde... [e] hanno trovato una velocità media di 6.5 m/sec per le onde alfa e di 4 m/sec per le onde theta. (*Brain dynamics for goal-directed social navigation*, p. 76, mia traduzione dall'inglese)

Le onde alfa longitudinali connettono ritmi alfa prefrontali e ritmi alfa postparietali con fasi opposte, con un meccanismo simile a quello di un otturatore (*shutter-like mechanism*): cioè il flusso di coscienza non è continuo, ma l'informazione emozionale-motivazionale, interna, e quella visuospatiale, esterna, sono reclutate alternativamente dalle fasi opposte di un'onda alfa:

In un esperimento cruciale, Busch ed altri (2009) hanno trovato che i successi e i fallimenti nella percezione cosciente a riposo di brevi lampi di luce alla soglia individuale della luminanza corrispondevano a fasi opposte nelle bande di frequenza alfa (e theta). (Ivi, p. 32)

Vedremo nel Capitolo 7 che tale rapida correlazione a distanza fra le opposte fasi dell'informazione interna ed esterna del sé può essere dovuta alla biforcazione, con rottura spontanea della simmetria, di uno stato instabile iniziale del default network.

Al contrario del ritmo alfa, la cui origine è diffusa nella corteccia, il ritmo theta corticale ha un'origine localizzata nell'hub (dACC/dmPFC) e un'onda theta reversibile connette tale hub con l'hub (mPPC/mTC) e con l'ippocampo. Una delle funzioni principali delle onde theta è connettere (reversibilmente) l'informazione attuale con l'informazione immagazzinata nella memoria episodica a lungo termine e regolare top-down questa connessione con il contributo della memoria di lavoro a breve termine del network dell'attenzione; cioè connettere l'hub prefrontale (dACC/dmPFC) con l'hub postparietale-temporale (mPPC/mTC) e regolare tale connessione con l'apporto della (dlPFC) del network dell'attenzione, in funzione della prospezione di mondi possibili alternativi a quello attuale. Con il ritmo theta si attua così una transizione fra il default network e il network dell'attenzione in funzione di una decisione in condizioni di incertezza.

L'hub dACC/dmPFC è la sorgente di ritmi theta ed è connesso con il dlPFC, coinvolto nella memoria di lavoro (Scheeringa et al. 2007), mentre l'hub (mPPC/mTC) è connesso con l'ippocampo, pure sorgente di ritmi theta... Siapas e altri (2005) hanno mostrato che la formazione della memoria è accompagnata dal bloccaggio dell'attivazione della corteccia temporale mediale con le fasi del ritmo theta ippocampale. Klimesch e altri (2005) hanno ipotizzato che il ritmo theta rifletta la memoria di lavoro e che i ritmi alfa siano importanti per la fusione della memoria a lungo termine. “Durante i tentativi di recupero la theta si comporta come un'onda progressiva che si diffonde dai siti anteriori a quelli posteriori. Durante l'effettivo recupero, tuttavia, le onde alfa superiori evocate vengono incluse transitoriamente nelle theta”. (Ivi, p. 28)

CAPITOLO VII

UN MODELLO MATEMATICO DELLA SEMIOSI UMANA

7.1. Un modello matematico dei livelli di coscienza

In *Brain dynamics for goal-directed social navigation. A non-linear statistical model of consciousness*, ho considerato la coscienza come un ultimo stato ordinato — dato dall'*auto-organizzazione* per 'rottura spontanea della simmetria' di una popolazione di neuroni interagenti — nella sequenza di stati di *auto-organizzazione* della materia che compensa l'aumento di entropia di un universo in espansione. L'*auto-organizzazione* di un sistema dinamico consistente in un numero enorme di unità interagenti è basata sul principio di *massimizzazione dell'entropia soggetta a dati vincoli energetici* (corrispondente al principio della minimizzazione dell'energia libera). Nel caso di vincoli lineari (momenti del secondo ordine) si può ottenere solo uno stato stazionario di equilibrio termodinamico. Nel caso di vincoli non lineari (momenti del quarto o del sesto ordine), si può verificare la rottura spontanea della simmetria di uno stato instabile di equilibrio di un sistema aperto, con la biforcazione rispettivamente a cuspidi o a farfalla di due o tre stati stazionari ordinati (lontani dall'equilibrio termodinamico), e la possibile transizione fra questi stati.

Penso che il singolare fenomeno dell'*intenzionalità auto-cosciente*, che accompagna lo sviluppo e l'evoluzione delle specie semiotiche, potrebbe

essere un espediente strategico dell'evoluzione naturale per accelerare la procedura per tentativi ed errori di auto-organizzazione e selezione ambientale ed aumentare la possibilità dell'origine di nuove specie. Come nell'evoluzione biologica, lunghi periodi di stasi sono punteggiati dalla comparsa di brusche innovazioni, con rapida speciazione, che generalmente coincidono con catastrofi naturali / sociali. Ma i tempi dell'evoluzione biologica sono dell'ordine di milioni di anni, mentre i tempi dell'evoluzione semiotica sono dell'ordine di centinaia di anni. (*Brain dynamics for goal-directed social navigation*, pp. 82–83, mia traduzione)

Omeostasi e bricolage – Gli organismi viventi sono sistemi dinamici non lineari, aperti e lontani dall'equilibrio termodinamico, il cui sviluppo e la cui sopravvivenza dipendono dall'auto-organizzazione e dall'adattamento all'ambiente circostante. A partire dalla cellula, gli organismi viventi sono caratterizzati da un'interfaccia (la membrana cellulare e i suoi canali ionici) che separa un ambiente interno dall'ambiente esterno e li mette in comunicazione fra loro; negli animali pluricellulari l'interno comunica con l'esterno per mezzo di input sensori e output motori mediati da un sistema nervoso, inizialmente diffuso, poi centralizzato. Negli animali più semplici, il mantenimento di un'omeostasi nella relazione adattiva con l'ambiente viene attuato con comportamenti innati e con l'aggiustamento di tali comportamenti per mezzo di un apprendimento per tentativi ed errori, la cui ontogenesi prolunga il *bricolage* filogenetico dell'evoluzione biologica.

Simulazione empatica e coscienza – In animali più complessi, che vivono in comunità e comunicano fra loro, un'imitazione reciproca fondata su una relazione empatica fra gli individui favorisce la formazione di *modelli interpretativi* (cfr. Sebeok e Danesi, 2000) della relazione fra l'individuo e l'ambiente naturale/sociale. Questi modelli, che divengono il presupposto di *inferenze attive*, di tipo percettivo-motorio, e sono aggiornati con l'apprendimento, confluiscono nella messa in scena nella *coscienza* di una relazione fra gli attanti immaginari Sé e Oggetto / Altro che, con una prescindione da aspetti inessenziali, *simula* (con un'imitazione empatica) gli aspetti salienti della relazione immediata fra l'individuo e un ambiente sociale non ancora distinto da quello naturale (vedi Sez. 6.2 del Cap. 6). Come si è visto nel Capitolo 4, un modello

simile è alla base dell'identificazione introiettiva / proiettiva fra l'individuo e l'ambiente naturale che prevale nei sistemi genealogici delle comunità di villaggio.

Prospezione e autocoscienza – Con l'aumento della complessità sociale si attua una separazione della società dalla natura e, nello scambio sociale mediato da un oggetto di valore, viene messa in atto una strategia per ridurre sia il rischio che il dispendio di energia e di tempo nella modellizzazione della relazione fra il sé e l'ambiente. Questa strategia consiste in un'ulteriore astrazione e nella messa in scena nell'*autocoscienza* di una relazione fra gli attanti immaginari Sé, Altro e Oggetto di valore; questa messa in scena anticipa (con una *prospezione*) aspetti salienti alternativi a quelli attuali, in una relazione fra il sé e l'ambiente sociale (e naturale) mediata da un oggetto che ha un valore sociale. Tale modello interpretativo differito nel tempo costituisce il presupposto di *inferenze concettuali* di tipo abduttivo, cioè nella formulazione di ipotesi falsificabili in un processo di ricerca–ritrovamento che riguarda futuri mondi possibili accessibili all'aspettativa–intenzionalità del sé (vedi Sez 6.3 del Capitolo 6). Come si è visto nel Capitolo 5, tale processo è alla base della concezione del finalismo e della causalità che prevale nei sistemi economici delle civiltà urbane.

A questo punto è interessante osservare che, nella relazione fra soggetto e oggetto, il principio oggettivo della massimizzazione dell'entropia soggetta a dati vincoli energetici è insieme il principio soggettivo della *massimizzazione dell'incertezza soggetta a dati vincoli semiotici*, in un'inferenza statistica che consiste nella formulazione di ipotesi falsificabili sullo stato di cose attuale, o sullo stato di cose di mondi possibili alternativi, che si basa sull'attività percettivo–motoria e sulla capacità di precisione del sé (cfr. *Active Inference*, Parr et al. 2022).

In effetti, uno degli aspetti essenziali dell'entropia dell'informazione di Shannon è che la stessa espressione matematica $I = - \sum_i P_i \log P_i$ denota l'incertezza (informazione mancante) della teoria dell'informazione e l'entropia della meccanica statistica, correlando allora *i punti di vista 'soggettivo' e 'oggettivo' dello stesso concetto...* La rappresentazione

semiotica di fenomeni naturali mediati socialmente dalla mente umana dovrebbe allora consistere essenzialmente in una *simulazione* dei processi di auto-organizzazione dei sistemi complessi con un algoritmo che il cervello dovrebbe avere (come parte della natura) e che la mente presume soggiacere a questi stessi processi. Il fatto che i *picchi netti* della distribuzione di probabilità gaussiana che, soggettivamente, definiscono forme semiotiche, corrispondono a picchi netti della distribuzione di probabilità gaussiana che, oggettivamente, definiscono forme aventi stabilità strutturale garantisce che noi abbiamo realmente fatto “il meglio che possiamo con l’informazione che abbiamo” (Jaynes 1957). (*Brain dynamics for goal-directed social navigation*, p. 46, mia traduzione)

Vari modelli statistici non lineari della dinamica del substrato neurale della coscienza sono stati proposti recentemente. Uno dei più interessanti è il modello tipo *vetri di spin* di uno stato condensato della materia al limite fra l’ordine del solido e il disordine del liquido. Nei vetri di spin, le interazioni fra spin neurali sono sia eccitatorie che inibitorie e danno una cascata di biforcazioni con transizione al caos: un *attrattore strano* è probabilmente il solo stato stabile, con possibili transizioni fra una molteplicità di stati metastabili. Si costituisce così un *paesaggio epigenetico*, con valli (stati stabili) corrispondenti a minimi di energia separate da monti (stati instabili di biforcazione) corrispondenti a massimi di energia. Mentre il modello tipo vetri di spin sembra adeguato per spiegare la complessa dinamica locale della molteplicità dei qualia della coscienza, non è invece adeguato per spiegare la dinamica globale della navigazione sociale del sé diretta ad uno scopo che, come abbiamo visto, presuppone la relazione fra due e tre stati stabili.

Un semplice modello *ferromagnetico* con interazioni solo eccitatorie fra neuroni piramidali — intesi però non come spin ma come *dipoli oscillanti* — sembra adeguato per spiegare la dinamica globale, top-down (con ritmi lenti alfa e theta) del default-reorienting network, ma esso può fornire solo un modello del *livello di coscienza*, non essendo adeguato per spiegare anche la dinamica locale, bottom-up (con ritmi più rapidi gamma e beta) dei processi inferenziali dell’apprendimento che danno luogo al *contenuto della coscienza*, cioè alla molteplicità dei qualia. La dinamica globale top-down e la dinamica locale bottom-up

sono entrambe necessarie per la coscienza in quanto, molto probabilmente, la coscienza risulta da una combinazione delle due dinamiche i) dell'organizzazione globale intrinseca del default-reorienting network e ii) dei cicli percettivo-motori locali dell'apprendimento dei quali essa è sia il presupposto che il risultato.

Il modello matematico della dinamica del sé, da me proposto nei capitoli 4 e 5 di *Brain dynamics*, si basa sulle seguenti ipotesi: i) che le relazioni fra due e fra tre attanti immaginari, messe in scena rispettivamente nella coscienza e nell'autocoscienza, corrispondano alle *transizioni di fase* fra due e fra tre stati stazionari ordinati; ii) che questi due e tre stati ordinati (fasi) risultino, rispettivamente, dalla *biforcazione a cuspidi* e a farfalla di uno stato disordinato instabile del default network; iii) che tale biforcazione sia regolata dalla massimizzazione dell'entropia soggetta a *vincoli energetici non lineari* con momenti rispettivamente del quarto e del sesto ordine.

Nel capitolo 5 di *Stabilité Structurelle et Morphogénèse* (1972), Thom sostiene che le cuspidi che descrivono le transizioni fra due e tre fasi al più... giocano un ruolo fondamentale nell'organizzazione sintattica della proposizione del linguaggio naturale... In accordo con Thom, Petitot-Cocorda... sostiene che le cuspidi compatte sono generalmente adatte a dare modelli topologici di alcuni schemi elementari di relazioni attanziali che sono alla base di morfologie sintattiche archetipe. (*Brain dynamics*, pp. 78-79)

7.2. La biforcazione di tre stati ordinati di polarizzazione macroscopica del sé: un'approssimazione adiabatica di campo medio

Nella Sez. 6.4 del Cap. 6 abbiamo visto che i neuroni piramidali degli strati superficiali delle regioni associative della corteccia cerebrale costituiscono il substrato neurale più adatto per l'integrazione top-down dell'informazione elaborata da vaste aree corticali. Una *criticalità auto-organizzata* emerge in questa enorme popolazione di neuroni eccitatori quando, con lo sviluppo, è raggiunta la massa critica in cui ciascun neurone riceve dagli altri neuroni almeno la stessa quantità di eccitazione

che emette. L'intensità di questa attività di base varia con il grado di *arousal*, ma la sua stabilità è mantenuta dai periodi refrattari dei neuroni piramidali, non dall'inibizione da parte di cellule stellate, come nel caso dei ritmi gamma, localizzati nelle aree specifiche. Nel saggio ho formulato l'ipotesi che proprio da questo stato disordinato di eccitazione reciproca (con polarizzazione in media nulla) — divenuto instabile fra uno e due anni di età — abbia origine, per rottura spontanea della simmetria iniziale, la *biforcazione a cuspid*e dei due stati stabili ordinati, con opposta polarizzazione, S (*Se*) e O (*Altro*), situati riappettivamente nelle regioni prefrontale e postparietale del *default network primario*. Inoltre ho formulato l'ipotesi che, fra tre e cinque anni di età, l'epoca in cui questo network è incluso nel *default network secondario*, la biforcazione a cuspid sia inclusa nella *biforcazione a farfalla* dei tre stati stabili ordinati S, O e Φ (*Oggetto di valore*), quest'ultimo con polarizzazione intermedia. È importante osservare che, al livello di criticalità organizzata in cui avviene una biforcazione con transizione di fase, ci sono leggi universalmente valide, che non dipendono dal tipo specifico di interazioni fra le unità, ma solo dalla loro simmetria e dall'ordine dei loro momenti.

L'incertezza nella polarizzazione di un neurone piramidale — Come si è visto nella sez. 4 del Capitolo 3, un neurone piramidale può essere in uno stato di *incertezza* fra quiescenza e attività nell'intervallo di valori fra -70 mV e il valore di soglia di attivazione -55 mV del potenziale di membrana. In una criticalità auto-organizzata di neuroni eccitatori del II e III strato corticale, un neurone piramidale può essere considerato come: i) un dipolo oscillante con polarizzazione nella direzione di un asse z perpendicolare alla superficie piaie, ii) che interagisce in prevalenza con neuroni situati su un piano x y tangente nell'origine alla superficie piaie, iii) in una direzione variabile x' che forma un angolo *indeterminato* con la direzione dell'asse x (corrispondente all'asse principale prefrontale-posparietale). Nel mio saggio ho considerato come variabile elementare la polarizzazione $p(t)$ sull'asse z del neurone piramidale, data dalla formula:

$$p(t) = p_0 \exp(i\varphi) = p_0 (\cos \varphi + i \sin \varphi) = p_0 (\cos \varphi_0 + i \sin \varphi_0) \exp(i 2\pi \nu t).$$

Il valore di $p(t)$ dipende dalla proiezione $z \in [1, -1]$ sull'asse z di un vettore unitario che forma con questo l'angolo φ nella sua oscillazione $\exp(i\varphi)$ in un piano $z x'$ che forma un angolo indeterminato (un angolo ϑ , non specificato) con il piano $z x$. La fase dell'oscillazione è $\varphi = \varphi_0 + 2\pi t/\tau$, dove φ_0 è la fase iniziale, $\nu \approx 175$ Hz è, in prima approssimazione, la frequenza minima di eccitazione di un neurone piramidale e $\tau = 1/\nu \approx 0.0057$ sec è il suo tempo massimo di inattivazione. La soglia di attivazione, $p(t) = 0$, corrisponde alla proiezione $z = 0$ sull'asse z del vettore unitario situato nel piano $x y$ ($\varphi = \pi/2$), e l'istante $t \in [0, \tau]$ dell'attivazione di soglia dipende dalla fase iniziale φ_0 . Si noti che $p(t)$ è la parte temporale della funzione d'onda di un'eccitazione che si propaga in una direzione indeterminata x' del piano $x y$ e che l'estremo del vettore unitario è un punto sulla superficie di una sfera isomorfa alla sfera di Bloch (vedi Sez. 3.6 del Cap. 3).

Un'approssimazione adiabatica di campo medio – I contatti sinaptici dei neuroni piramidali sono dati dai potenziali di azione innescati dalla depolarizzazione del soma durante la fase di rapida eccitazione; durante la fase di lento rilassamento questi neuroni non comunicano. Per districare (*disentangle*) la complessa dinamica spazio-temporale della rete neurale, ho esaminato separatamente (con un'approssimazione *adiabatica*) la rapida propagazione spaziale e il lento rilassamento temporale dell'eccitazione dei neuroni. Poiché $t \in [0, \tau]$ con $\tau = 0.0057$ sec, ho diviso il modello di biforcazione in due parti: prima ho esaminato la distribuzione spaziale *istantanea*, ponendo $t = 0$, dei *dipoli macroscopici* che, nella sequenza cuspide \rightarrow farfalla, biforcano come stati ordinati stabili (punti fissi) dallo stato disordinato instabile iniziale; poi ho esaminato l'oscillazione temporale, nella locazione spaziale degli stati ordinati, dei *cicli limite* che emergono dai punti fissi per una biforcazione di Hopf.

Nel caso di vincoli *simmetrici*, possiamo applicare il teorema della varietà centrale della teoria della biforcazione dei sistemi dinamici non-lineari. Questo teorema dimostra che, nella vicinanza di un punto critico instabile, la dinamica non-lineare della biforcazione è gestita da un piccolo numero di *modi critici* che, da stabili, divengono instabili

(i parametri d'ordine), mentre la molteplicità dei modi che rimangono stabili è asservita dai modi instabili. Pertanto, con alcuni calcoli, possiamo separare il contributo dei modi instabili da quello dei modi stabili, e ottenere la distribuzione di probabilità dei parametri d'ordine soltanto...

Secondo Haken, il principio della massimizzazione dell'entropia dell'informazione della meccanica statistica di non-equilibrio “getta nuova luce sulla teoria *fenomenologica* di Landau delle transizioni di fase dei sistemi in equilibrio termico”, dove “l'energia libera è sviluppata in una serie di potenze dei parametri d'ordine”: nel caso di un solo parametro d'ordine, l'ordine massimo dei momenti dei vincoli simmetrici è uguale alla massima potenza del parametro d'ordine e la funzione di Lyapunow è diffeomorfa all'energia libera di Landau. (*Brain dynamics for goal-directed social navigation*, pp. 36–37, mia traduzione)

L'interazione fra i singoli neuroni piramidali non è simmetrica, cioè reciproca, si può però considerare reciproca l'interazione fra minicolonne corticali (costituite in media da un centinaio di neuroni). Nel caso dell'enorme popolazione di neuroni di una rete neurale globale come il default network, le minicolonne corticali possono essere considerate le unità *reciprocamente interagenti* in un'approssimazione di *campo medio* (del tipo di quella proposta da Haken e da Landau) del modello di biforcazione cuspidale → farfalla. Nel caso dei centri corticali locali che (controllati top-down dal network dell'attenzione) elaborano bottom-up l'informazione percettiva, emozionale e motivazionale-motoria, questa approssimazione non è più valida e sarebbe più adeguato un modello che tenga conto dell'interazione fra i singoli neuroni.

Determinazione delle frequenze dei cicli limite – In una rete neurale il tempo di interazione fra le unità neurali è finito, non infinitesimo. Poiché l'output diviene input a intervalli discreti di tempo (tempo di rientro), è opportuno convertire ogni equazione differenziale in un'equazione alle differenze finite in cui Δt sta al posto di dt . Diversi autori concordano nel ritenere che lo stato di aggregazione della corteccia associativa sia al limite fra ordine e disordine (cfr. Freeman *et al.* 2009). Sintonizzando Δt a un valore massimo Δt_c oltre il quale il sistema dinamico diviene instabile e si instaura una cascata di biforcazioni con transizione al caos, e supponendo

che $\Delta t_c = \tau = 0.0057$ sec, dove t è il tempo massimo di inattivazione di un neurone piramidale, è possibile determinare le frequenze dei cicli limite della biforcazione di Hopf, che risultano essere stabili e dell'ordine di 10 Hz. Si ottengono così: due cicli limite con ritmi alfa in opposizione di fase — corrispondenti ai ritmi alfa localizzati presumibilmente negli hub prefrontale e postparietale del default network —, e un ciclo limite intermedio il cui ritmo theta (5 hertz) è dato dalla composizione di due ritmi alfa (10 hertz), divenuti antisimmetrici con l'attivazione del parametro (prefrontale) di prospezione.

Un'asimmetria nelle fluttuazioni di ampiezza dell'attività alfa, in modo che i picchi sono più fortemente modulati (e ridotti in ampiezza) delle cavità in risposta a stimoli, e viceversa, è stata proposta da Mazahery and Jensen (2008) per spiegare lo spostamento nelle componenti lente di campi correlati a eventi. (*Brain dynamics*, p. 72)

Ritmi alfa locali e onde alfa globali – Come si è visto nella Sez. 6.4 del Cap. 6, onde alfa che viaggiano nei due versi opposti di una direzione longitudinale connettono reversibilmente e regolano top-down l'informazione, rispettivamente emozionale e visuospatiale, recepita bottom-up dagli hub prefrontale e postparietale i cui ritmi alfa sono in opposizione di fase. Tali opposte onde alfa *globali*, che connettono *rapidamente* i ritmi alfa in opposizione di fase di cicli limite *locali*, possono essere considerate come le onde bosoniche che compensano la rottura della simmetria dovuta alla biforcazione degli stati stazionari (tale *compensazione bosonica*, tipica della teoria dei quanti, è prevista anche dalla teoria classica dei campi, cfr. Strocchi 2005):

La distanza d fra gli hub prefrontale e postero-parietale è dell'ordine di 10 cm. Se le oscillazioni con frequenza alfa e fasi opposte fossero gli antinodi di un'onda stazionaria, composta di due opposte onde progressive, allora, $d = \lambda / 2$ e la velocità delle onde progressive dovrebbe essere $v = \lambda / T = 2 d / T \approx 2$ m/sec. Onde progressive con velocità $v_a = 6.5$ m/sec sono dovute alla *veloce* propagazione assonica e gli opposti cicli alfa sono dovuti più probabilmente ad una rottura spontanea della simmetria. (Ivi, p. 76)

In definitiva, è come se un sistema fluido composto di un'infinità di dipoli microscopici oscillanti con fase iniziale casuale congelasse in una barra rigida avente come estremi una coppia di dipoli macroscopici che partendo da opposte fasi iniziali reclutano segnali in una infinità di istanti diversi.

In definitiva, sia gli esperimenti cruciali riportati nella sez. 6.4 del Capitolo 6 che le onde alfa asimmetriche, descritte sopra, corroborano il modello matematico dei livelli di coscienza, proposto in *Brain dynamics*, che combina, con un sistema di due equazioni differenziali, la *biforcazione a farfalla* di tre stati stazionari (punti fissi) con la *biforcazione hopf* di questi punti fissi in cicli limite.

7.3. Gli hub e i parametri di controllo del default-reorienting network: la dinamica dell'auto-organizzazione del sé

La dinamica della biforcazione di un punto critico di un sistema dinamico non lineare è data, nell'approssimazione del campo medio, dall'equazione di stato $dP/dt = -\partial V/\partial P$, dove P è un *parametro d'ordine* e V è il potenziale di Lyapunov, che corrisponde all'*energia libera* del sistema. Nel caso della biforcazione a farfalla del default-reorienting network, V può essere definito, con buona approssimazione, dalla funzione di Landau

$$V = P^6/6 - p P^4/4 - d P^3/3 + e P^2/2 - v P ,$$

dove P è la polarizzazione macroscopica dei neuroni piramidali del network, mentre p , d , e , v sono i parametri di controllo: *prospezione*, *dominanza*, *empatia* e *punto di vista* (vedi Figura 2) i cui valori critici sono posti uguali a zero per semplicità. Lo stato stazionario di minima energia libera è dato dalla condizione $dP/dt = 0$ e la probabilità della distribuzione stazionaria $Pr(P)$ — i cui massimi corrispondono ai minimi dell'energia libera — può essere scomposta nei fattori:

$$\begin{aligned} Pr(P) &= N \exp [-V(P, p, d, e, v)] = \\ &N \exp (-P^6/6 + p P^4/4 + d P^3/3 - e P^2/2 + v P) = \\ &N \exp (-P^6/6) \exp (p P^4/4) \exp (d P^3/3) \exp (-e P^2/2) \exp (v P), \end{aligned}$$

dove N è un fattore di normalizzazione e, per semplicità, si è posto uguale a 2 il coefficiente di diffusione. Applicando la regola bayesiana della probabilità congiunta (valida nel caso in cui A e B siano congiuntamente osservabili):

$$\Pr(A \cap B) = \Pr(A | B) \Pr(B) = \Pr(B | A) \Pr(A) = \Pr(B \cap A) ,$$

si può assumere che ciascuno degli esponenti dei fattori di $\Pr(P)$ sia implementato in hub corrispondenti del default-reorienting network. Tali implementazioni, e le probabili localizzazioni degli stati stazionari S (*Self*), O (*Other*) e Φ ($Self \cup Other$), sono indicate nella Figure 2, tratta da *Brain dynamics*:

Vogt (2019) osserva che “la corteccia del cingolo stessa ha tre divisioni principali: anteriore essenzialmente per le emozioni, media essenzialmente per la selezione delle risposte e il processo decisionale guidato dal feedback e le cortecce posteriore / retrospleniale per l’orientamento visuo-spaziale e la valutazione della rilevanza per il sé di oggetti ed eventi” (vedi anche Rolls, 2019). Io penso che queste tre regioni della corteccia del cingolo siano le migliori candidate per divenire le regioni cruciali degli attanti immaginati Sé (ACC) e Oggetto (PCC) e del Goal Object (MCC) simbolico. (*Brain dynamics*, p. 63, mia traduzione)

Nella Figura 2, i bordi in grassetto evidenziano una biforcazione a cuspidè (colori rosso e blu) inglobata in una biforcazione a farfalla, mentre le frecce indicano la direzione e il verso della diffusione dell’attivazione e del controllo dell’attivazione. La biforcazione cuspidè \rightarrow farfalla, oltre a distinguere fra due livelli di coscienza, spiega perchè il controllo da parte dell’hub PCC/mPPC dell’attivazione diffusa a partire dall’hub ACC/mPFC (vedi Figura 1 del Capitolo 6) è condizione necessaria per l’autocoscienza, evidenziando il ruolo centrale giocato nell’auto-organizzazione del sé dall’hub mPPC cui corrisponde il massimo esponente della potenza di P (e il massimo consumo di energia).

Le considerazioni seguenti possono fornire una spiegazione intuitiva (suggerita dalla teoria di Haken della biforcazione di un punto critico e dalla funzione V del modello *fenomenologico* di Landau) dell’*assemblaggio*

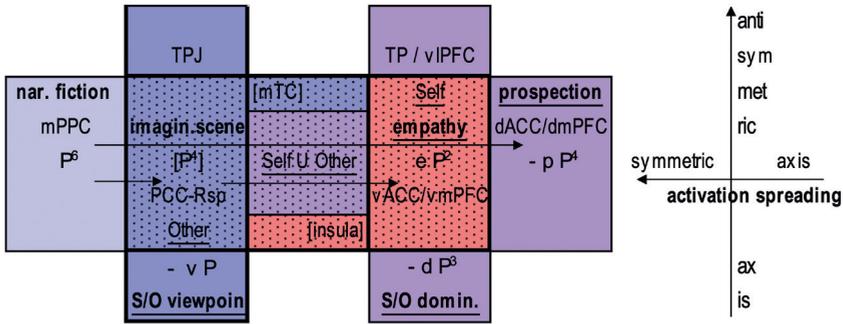


Figura 2. Diagram of implementation of butterfly bifurcation model in default-reorienting network. Arrows show control of activation.

del default-reorienting network nella costituzione della dinamica del sé. In un sistema dinamico con un unico stato stazionario disordinato di equilibrio, una rappresentazione macroscopica dell'energia di attivazione di tipo P^2 (come, ad esempio, $E = m v^2/2 + k x^2/2$) deriva dalla rimozione delle fluttuazioni delle variabili elementari con medie statistiche $\langle q_i, q_j \rangle$ sui momenti del secondo ordine di tali variabili. Nella *biforcazione a cuspid*, l'incertezza dovuta ad un'ampia fluttuazione di questi momenti, innescata dal valore negativo del parametro di controllo e , viene rimossa con la biforcazione di due stati stazionari ordinati, sotto il controllo di un'auto-organizzazione macroscopica $P^4 = P^2$. P^2 che deriva da medie statistiche $\langle q_i, q_j, q_k, q_l \rangle$ sui *momenti del quarto ordine* delle variabili elementari. Nella *biforcazione a farfalla*, l'incertezza dovuta ad ampie fluttuazioni dei momenti del quarto ordine, innescata dal valore positivo del parametro di controllo p , viene rimossa con la biforcazione di un terzo stato stazionario ordinato, sotto il controllo di un'auto-organizzazione macroscopica $P^6 = P^2$. P^2 che deriva da medie statistiche sui *momenti del sesto ordine* delle variabili elementari.

Come si può osservare in Figura 2, la biforcazione a farfalla è regolata da due parametri di controllo *simmetrici* (i coefficienti di una potenza pari di P) e da due parametri di controllo *antisimmetrici* (i coefficienti di una potenza dispari di P): i due parametri di controllo simmetrici controllano la polarizzazione macroscopica di default del sé, mentre i due parametri antisimmetrici controllano il reorienting di

tale polarizzazione, così come la polarizzazione intrinseca di una sostanza ferromagnetica o ferroelettrica è resa estrinseca dall'applicazione di un campo magnetico o elettrico. I quattro parametri di controllo corrispondono, probabilmente, ai quattro principali neuromodulatori del tronco encefalico, che regolano gli hub principali del default-reorienting network, in base allo schema seguente:

- i) il parametro di controllo di default della biforcazione a cuspidè corrisponde al neuromodulatore *acetilcolina*, che controlla in prevalenza l'*empatia* (e);
- ii) il parametro di controllo di default della biforcazione a farfalla corrisponde al neuromodulatore *dopamina*, che controlla in prevalenza la *prospezione* (p);
- iii) il parametro di reorienting della biforcazione a cuspidè corrisponde al neuromodulatore *noradrenalina*, che controlla in prevalenza il *punto di vista* (v);
- iv) il parametro di reorienting della biforcazione a farfalla corrisponde al neuromodulatore *serotonina*, che controlla in prevalenza la *dominanza* (d).

La regolazione della biforcazione a farfalla da parte di quattro parametri di controllo probabilmente corrisponde alla regolazione dell'attività corticale da parte dei quattro principali neuromodulatori del tronco encefalico (vedi Venkatraman *et al.* 2017). Avery and Krichmar (2017) sottolineano che “i sistemi noradrenergico, serotonergico, dopaminergico, e colinergico... forniscono una base per la funzione cognitiva negli organismi superiori”... Inoltre, i due parametri di controllo *simmetrici* probabilmente corrispondono all'attivazione del *default network* da parte dell'acetilcolina e della dopamina, mentre i due parametri di controllo *antisimmetrici* probabilmente corrispondono all'attivazione del *reorienting network* da parte della noradrenalina e della serotonina. (*Brain dynamics*, p. 63, mia traduzione)

Sia il reorienting network che i neuromodulatori *noradrenalina* e *serotonina* sono attivati solo in parte nel processo onirico.

7.4. Un isomorfismo fra il modello di biforcazione e un modello quantistico

Auto-organizzazione e auto-misurazione – Nell'approssimazione adiabatica di campo medio, un'auto-organizzazione macroscopica — che deriva da medie statistiche sui momenti del quarto e del sesto ordine delle variabili elementari — permette di districare la complessa dinamica spazio-temporale del default-reorienting network con la *biforcazione* degli stati ordinati $[[S, O], \Phi]$: in tal modo divengono *congiuntamente osservabili* — in due livelli di coscienza — emozioni, percezioni e motivazioni del sé. Per $d = 0$, i punti di vista di S e O sono *intercambiabili* (data la simmetria, rispetto all'asse e , dei grafi di Figura 3) e la dominanza del Sé o dell'Altro per $d \neq 0$ è reversibile. I cicli limite dei tre stati ordinati hanno polarizzazioni macroscopiche ben definite e correlate fra loro: gli stati ordinati del Sé hanno la stessa *fase iniziale*, così come gli stati ordinati dell'Altro, ma i cicli limite del Sé e dell'Altro sono in opposizione di fase.

A questo punto è interessante osservare che, nel modello simil-quantistico di Khrennikov, un'auto-misurazione — in due livelli epistemici — permette di districare (*disentangle*) lo spazio complesso di Hilbert degli stati mentali con la *decomposizione* di H_{UC} nel prodotto tensoriale $[[H_{em} \otimes H_{per}] \otimes H_{dm}]$: in tal modo divengono *congiuntamente osservabili* nell'esperienza cosciente emozioni, percezioni e motivazioni del sé, cioè le osservabili O_{per} , O_{em} , O_{dm} divengono compatibili e gli operatori hermitiani di proiezione nei relativi sottostati H_{em} , H_{per} , H_{dm} *commutano* fra loro. Gli stati mentali (degeneri) del sottospazio H_{em} hanno lo stesso *autovalore*, così come gli stati mentali del sottospazio H_{per} , ma (probabilmente) gli autovalori dei due sottospazi sono opposti (vedi Sez. 3.6 del Cap. 3).

Viene così evidenziato un isomorfismo fra il modello di campo medio della biforcazione in stati stabili dello stato critico instabile di un sistema dinamico *non lineare* e il modello simil-quantistico della decomposizione in fattori di uno spazio *lineare complesso* di Hilbert.

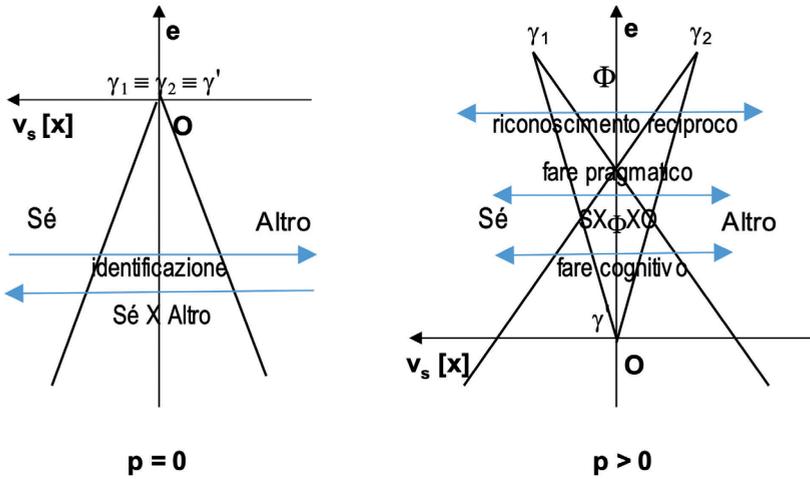


Figura 3. Sezioni $K_{p,d}$ di K con $d = 0$.

Transizioni di stato e proiezioni nei sottospazi – Nel modello della biforcazione, con il variare della componente spaziale v_s del punto di vista — la cui direzione è quella dell’asse postparietale–prefrontale, assunto come asse x (vedi Figura 3) — si hanno *transizioni di stato* reversibili cui, nel modello quantistico, corrisponderebbero *proiezioni nei sottospazi* con operatori che commutano. Adottando la notazione di Dirac dei vettori di stato $|\text{ket}\rangle$, del prodotto scalare $\langle \text{bra} | \text{ket}\rangle$ e degli operatori $|\text{ket}\rangle \langle \text{bra}|$ di proiezione sugli stati, si avrebbe che: i) all’identificazione proiettiva $S \rightarrow O$ e all’identificazione introiettiva $O \rightarrow S$ del sé corrisponderebbero, rispettivamente, la proiezione $|\text{O}\rangle \langle \text{O} | \text{S}\rangle$ degli stati del Sé in quelli dell’Altro e la proiezione $|\text{S}\rangle \langle \text{S} | \text{O}\rangle$ degli stati dell’Altro in quelli del Sé; ii) alle transizioni di stato reversibili del riconoscimento reciproco $S \rightarrow \Phi \rightarrow O$ e $O \rightarrow \Phi \rightarrow S$ corrisponderebbero, rispettivamente, le proiezioni $|\text{O}\rangle \langle \text{O} | \Phi\rangle \langle \Phi | \text{S}\rangle$ e le proiezioni $|\text{S}\rangle \langle \text{S} | \Phi\rangle \langle \Phi | \text{O}\rangle$, dove $|\Phi\rangle \langle \Phi|$ interviene sia nella proiezione degli stati del Sé in quelli dell’Altro che nella proiezione degli stati dell’Altro in quelli del Sé (vedi Figura 4).

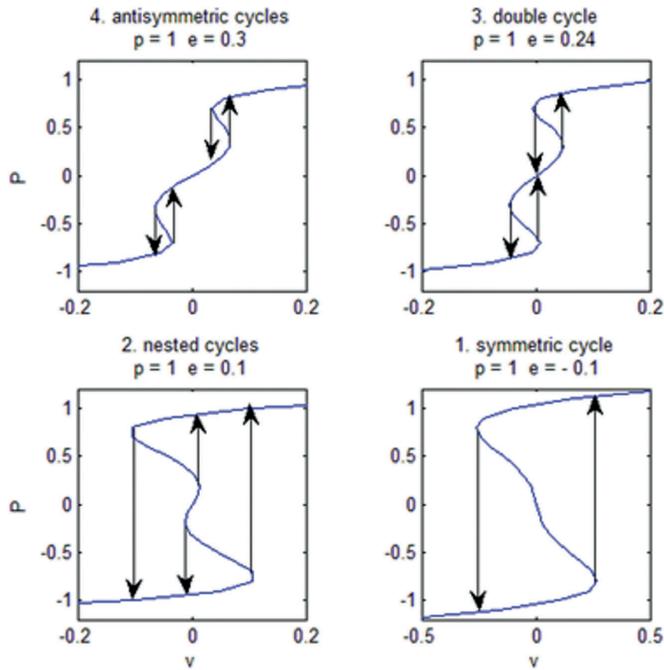


Figura 4. Cicli limite e transizioni di fase con $d = 0$ e $p = 1$.

Complementarità fra cicli limite e transizioni di fase – È importante tenere presente che, nell'approssimazione adiabatica di campo medio, la composizione di una biforcazione a farfalla con una biforcazione di Hopf comporta il fatto che il parametro di controllo v (corrispondente al neuromodulatore noradrenalina del TPJ) sia dato dalla somma $v = v_s + v_t$ di una componente spaziale v_s e di una componente temporale v_t . Ponendo $v_s = 0$, con il variare della componente temporale v_t si hanno le oscillazioni periodiche dei *cicli limite* della biforcazione di Hopf, date (tralasciando una costante di aggiustamento $c = 1.25$) dal sistema di Lienard delle equazioni

$$\begin{aligned} dP/dt &= -P^5 + p P^3 + d P^2 - e P + v_t \\ dv_t/dt &= -P - 0.2 v_t \pm a, \end{aligned}$$

dove P è la polarizzazione macroscopica (lungo l'asse z), mentre $\pm a$ è il valore medio di P . Con $d = 0$, $p = 0$, $e < 0$, $a = 0$ si hanno i singoli cicli alfa simmetrici di S e O , con opposte fasi iniziali $v_t(0)$. Per $d = 0$, $p > 0$, $e > 0$, $a = 0.5$ si hanno i due cicli alfa asimmetrici di Φ che compongono il ciclo theta. Ponendo $v = v_t$, i grafi della Figura 4 (tratta da *Brain dynamics*) rappresentano quattro cicli limite con $d = 0$, $p = 1$ e quattro diversi valori di e . Si noti che, con l'aumentare del valore di e , si passa da singoli cicli limite a cicli limite doppi e che nel grafo 3 due cicli alfa asimmetrici compongono un ciclo theta simmetrico.

Ponendo $v = v_s$, i grafi di Fig. 4 rappresentano quattro transizioni (reversibili), fra gli stati S , Φ e O , con $d = 0$, $p = 1$ e quattro diversi valori di e . I quattro piani (P, v_s) sono paralleli fra loro e perpendicolari al piano (e, v_s) con $d = 0$ e $p > 0$ di Fig. 3: le proiezioni dei quattro grafi su (e, v_s) danno tracce di quattro relazioni attanziali *iso-empatiche* come quelle indicate dalle doppie frecce di Fig. 3.

I piani (P, v_t) e (P, v_s) appaiono sovrapposti (*entangled*) nel piano (P, v) , per cui i cicli limite (locali) e le transizioni di stato (globali) non sono *congiuntamente osservabili*, ma sono fra loro *complementari* (come particella e onda in meccanica quantistica). Nella Sez. 7.2 abbiamo visto che un neurone piramidale ha una simmetria di rotazione attorno all'asse z dovuta all'incertezza del piano di polarizzazione z x' di un'eccitazione che si propaga lungo una direzione indeterminata x' . In seguito alla biforcazione di opposte polarizzazioni macroscopiche P e $-P$, poste a distanza d fra loro lungo un asse x determinato, si ha la rottura di questa simmetria. Si può pensare che la biforcazione di Hopf compensi la rottura della simmetria prodotta dalla biforcazione a farfalla e che *opposte onde alfa* si propagano lungo l'asse x in associazione con le *rapide* transizioni di stato, componendo fra loro le *lente* oscillazioni alfa in *opposizione di fase* dei due cicli limite posti ai loro estremi.

Sembra incredibile che un semplice modello matematico di biforcazione come quello proposto in *Brain dynamics for goal-directed social navigation* possa spiegare l'enorme complessità della dinamica del sé. Ma tale modello spiega solo la dinamica dei livelli di coscienza, non del contenuto di questa (i qualia); inoltre, come si è già visto sopra, tale modello non è in realtà così semplice come può sembrare (oltre al fatto che

un'indeterminazione di tipo quantistico rende difficile la sua interpretazione). Gli stati stazionari del sistema sono dati da $dP/dt = -\partial V/\partial P = 0$. La superficie 4-dimensionale in uno spazio a 5 dimensioni che corrisponde all'equazione $P^5 - p P^3 - d P^2 + e P - v = 0$ è il *diagramma di biforcazione* Σ che dà la polarizzazione P degli stati stazionari in accordo con i parametri di controllo p, d, e, v . La mappa $\pi: \Sigma \rightarrow W_4$, che proietta sullo spazio di controllo W_4 le discontinuità della superficie Σ dovute alla biforcazione di stati stazionari stabili che sono divenuti instabili, dà l'*insieme di biforcazione* K , una superficie 3-dimensionale che è il contorno apparente di tali discontinuità nello spazio 4-dimensionale W_4 . La sezione 1-dimensionale $K_{p,d}$ di K , con p e d prefissati, dà le *linee di biforcazione* nello spazio di controllo 2-dimensionale (e, v) : queste linee sono intersecate dalle linee rette delle relazioni attanziali date dal variare di v , ed eventualmente anche di e (vedi Figura 3, dove sono indicate l'identificazione proiettiva / introiettiva del sé, lo scambio cognitivo di messaggi, lo scambio pragmatico di beni e il riconoscimento reciproco, in relazioni attanziali iso-empatiche). Le linee di biforcazione e le relazioni attanziali variano con il variare di p e d : si ottiene così un'infinità di possibili relazioni attanziali del sé. È importante osservare che gli stati stazionari S, Φ e O , la cui locazione è determinata dal parametro 'matematico' v_s , sono dati come 'fisicamente' distribuiti lungo un asse fronto-parietale, denominato asse x .

7.5. La perdita attanziale nelle psicosi e l'assemblaggio del default-reorienting network

Limiti del modello di biforcazione con campo medio – Il modello di biforcazione con approssimazione di campo medio non permette di analizzare ulteriormente la dinamica spazio-temporale degli stati ordinati (dei livelli di coscienza) Sé, Altro e Oggetto di valore, per cogliere la dinamica spazio-temporale dei *qualia* percettivi, emozionali e motivazionali propri del contenuto di coscienza. Come si è visto sopra, un aumento del tempo critico Δt_c favorisce una cascata di biforcazioni con transizione al caos: ma tali biforcazioni anomale corrispondono probabilmente alla scissione ebefrenica del Sé e/o alla scissione paranoica dell'Altro, cioè ai tratti distintivi della schizofrenia.

La biforcazione con approssimazione di campo medio non permette inoltre di analizzare le biforcazioni anomale che corrispondono a stati mentali anomali. Con il permanere di $d \neq 0$, gli stati S e O non sono più intercambiabili: i) nel disturbo ossessivo, la fissazione della dominanza del Sé ($d > 0$) rende inestricabili gli stati O e Φ nello stato ambiguo $O \equiv \Phi$, in cui l'Altro e l'Oggetto di valore non sono congiuntamente osservabili; ii) nel disturbo depressivo, la fissazione della dominanza dell'Altro ($d < 0$) rende inestricabili gli stati S e Φ nello stato ambiguo $S \equiv \Phi$, in cui non sono congiuntamente osservabili il Sé e l'Oggetto di valore. Tali stati mentali corrisponderebbero alla mancata decomposizione di H_{UC} nel prodotto tensoriale $H_{per} \otimes H_{dm}$ o, rispettivamente, nel prodotto tensoriale $H_{em} \otimes H_{dm}$, con osservabili incompatibili e operatori di proiezione che non commutano. Inoltre, nell'autismo, invece del *prodotto cartesiano* di S e O, si ha la loro *unione disgiunta* in un unico stato ambiguo $S \equiv O$: come nella condensazione onirica, nella metafora linguistica e nell'ambiguità figura-sfondo della gestalt percettiva, nell'autismo gli stati Sé e Altro non sono congiuntamente osservabili a livello di coscienza, ma ora si manifesta l'uno, ora si manifesta l'altro, a seconda del contesto.

Nella Sez. 7.3 abbiamo visto che la dinamica della biforcazione di un punto critico di un sistema dinamico non lineare è data dall'equazione di stato $dP/dt = -\partial V/\partial P$, dove P è un parametro d'ordine e V è il potenziale di Lyapunov. L'importante teorema di Thom della classificazione *topologica* dei punti critici di una funzione (cfr. Poston and Stewart) dimostra che, nel caso di un solo parametro d'ordine, il potenziale $V(P)$ dipende al massimo da quattro parametri di controllo e che solo quattro tipi di biforcazione sono strutturalmente stabili: le cuspidi *piega*, *cuspidi*, *coda di rondine* e *farfalla* e le loro duali. Ma solo le biforcazioni compatte a cuspidi e a farfalla hanno minimi locali finiti che possano corrispondere a stati stazionari per cui, solo in questo caso, la funzione potenziale V può essere considerata come l'energia libera di un sistema dinamico non-lineare in non-equilibrio termodinamico. Le altre biforcazioni hanno minimi locali che vanno a $-\infty$, e la loro singolare topologia rende problematica un'interpretazione fisica di questo tipo: forse in tal caso è possibile formulare un modello simil-quantistico con uno spazio hilbertiano non fattorizzabile e operatori di proiezione che non commutano.

Nel capitolo 7 di *Brain dynamics* ho fatto l'ipotesi che, mentre le cuspidi compatte descrivono la dinamica delle relazioni attanziali normali o al massimo nevrotiche del sé, le biforcazioni non compatte, caratterizzate dalla presenza di regioni \emptyset dello spazio di controllo prive di attrattori (e da un limite nella biforcazione di stati ordinati) possono descrivere la dinamica di relazioni psicotiche, non reversibili, caratterizzate dalla messa in scena di una *perdita attanziale*. Ciò è dovuto probabilmente al fatto che viene meno la funzione di regolazione top-down a livello globale del default network, per cui prevale l'elaborazione bottom-up dell'informazione a livello locale.

Oltre a fornire un possibile modello per la dissociazione schizofrenica, l'autismo e la compulsione ossessiva all'omicidio o depressiva al suicidio, un'estensione del modello di biforcazione con l'inclusione di cuspidi non compatte potrebbe fornire la dinamica dell'*assemblaggio* (o *dis-assemblaggio*), probabilmente regolato geneticamente, delle diverse regioni del default-reorienting network. È tuttavia importante tenere presente che anomalie nel tempo di espressione di una molteplicità di geni diversi, non di singoli geni, è probabilmente alla base di un anomalo assemblaggio di ciascuna regione del default-reorienting network. Nel capitolo 7 di *Brain dynamics* ho ipotizzato che, come prima approssimazione, ciascun termine (con il suo neuromodulatore) del potenziale $V(P, p, d, e, v)$ possa essere implementato in una regione del default-reorienting network (vedi Figura 2). Tenendo conto della corrispondenza fra i termini del potenziale V e le regioni del network e supponendo che il livello di complessità dell'assemblaggio corrisponda al grado del massimo esponente di P nel potenziale della cuspoide, ho cercato di stabilire la seguente correlazione fra la sequenza delle cuspidi e l'assemblaggio (o dis-assemblaggio) del default-reorienting network.

1. *Biforcazione a piega e sua duale* (colore blu)

$$V = \pm P^3/3 - v P ,$$

hub [(PCC) (TP)]

Queste due biforcazioni possono descrivere la dinamica della sparizione / riapparizione del Sé (segno più) o dell'Altro (segno meno). Una

mancata coordinazione nello switching noradrenergico del punto di vista e una mancata attivazione dell'hub prefrontale dell'empatia sono probabilmente alla base dell'immediata sparizione del Sè e/o dell'Altro (la *fine del mondo*) e del meraviglioso evento del loro riapparire (la *creazione del mondo*), che sono peculiari ai casi più gravi di schizofrenia. In *Jenseits des Lustprinzips* (1920), Freud descrive il gioco inventato da un bambino di 18 mesi come preludio alla funzione semiotica. Per compensare la perdita temporanea della madre, il bambino usava far sparire un rocchetto di legno lanciandolo sotto il letto, con un prolungato "o-o-o" ("fort"), per farlo poi riapparire tirando il filo, con un felice "da!". Un giorno in cui la madre era stata via per parecchie ore, il bambino aveva salutato il suo ritorno con il saluto "Baby o-o-o": nel periodo di solitudine egli aveva trovato un modo per far sparire se stesso, appiattendosi in modo da fare sparire la sua immagine in uno specchio che toccava quasi il suolo.

2. *Biforcazione a cuspidale e sua duale* (colori blu e rosso)

$$V = \pm P^4/4 + e P^2/2 - v P ,$$

hub [(PCC) (vACC/vmPFC) (TPJ)]

La biforcazione a cuspidale (segno più) può essere intesa, dal punto di vista matematico, come il *prodotto cartesiano* di una catastrofe a piega con la sua duale, mentre la catastrofe a cuspidale duale (segno meno) può essere intesa come la loro *unione disgiunta*. Nel primo caso si ha in una relazione *diadica* speculare fra il Sè e l'Altro, con switching del punto di vista, e un'identificazione proiettiva / introiettiva del sé. Nel secondo caso, a causa di un'anomalia nell'attivazione colinergica dell'hub dell'empatia e di un'anomalia del TPJ, che sono peculiari all'autismo, si ha l'intreccio (entanglement) fra il Sé e un suo doppio, in una relazione *monadica* del Sé con se stesso che è come un'isola in un mare di vuoto attanziale.

3. *Biforcazione a coda di rondine e sua duale* (colori blu, rosso e viola)

$$V = \pm P^5/5 - d P^3/3 + e P^2/2 - v P ,$$

hub [(PCC) (TP/vIPFC) (vACC/vmPFC) (TPJ)]

La biforcazione a coda di rondine e la sua duale possono essere intese come la combinazione di una cuspid e con una cuspid duale. Tale combinazione comporta, da un lato, la riduzione di una relazione triadica ad una *relazione diadica* per un intreccio inestricabile (entanglement) dell'Altro o del Sé con l'Oggetto di valore, dall'altro, una forte *ambivalenza emotiva* nella relazione. Entrambe le biforcazioni sono caratterizzate dalla mancata prospezione di mondi possibili alternativi, a causa della mancata attivazione dell'hub dopaminergico (dACC/dmPFC), e da una fissazione della dominanza a causa di anomalie nell'attivazione dell'hub serotonergico (TP/vlPFC).

Nella biforcazione a coda di rondine (segno più) si ha, con $d > 0$, una *relazione ossessiva* esclusiva, con forte ambivalenza emotiva, di un *Sé dominante* che si rapporta con un Altro intrecciato con l'Oggetto di valore ($O \equiv \Phi$), nei confronti del quale il Sé manifesta una compulsione all'omicidio; con $d < 0$ si ha un intreccio ulteriore del Sé con $O \equiv \Phi$ e la compulsione all'omicidio diviene una compulsione maniaca all'omicidio \rightarrow suicidio (caso del delitto familiare).

Nella biforcazione a coda di rondine duale (segno meno) si ha, con $d < 0$, una *relazione depressiva* esclusiva, con forte ambivalenza emotiva, in cui un Sé intrecciato con l'Oggetto di valore ($S \equiv \Phi$) si rapporta con un *Altro dominante* nei confronti del quale manifesta una compulsione al suicidio; con $d > 0$ si ha un intreccio ulteriore di $S \equiv \Phi$ con l'Altro e la compulsione al suicidio diviene una compulsione maniaca al suicidio \rightarrow omicidio (caso del terrorista). Il fatto che relazioni maniache, con un logica del tipo tutto o niente, compaiano, oltre che nelle psicosi, nella relazione di un uomo che attribuisce ad una donna-oggetto un valore esclusivo o di un uomo che si intreccia in modo esclusivo con una causa, fa pensare a una loro origine epigenetica oltre che genetica.

4. Biforcazione a farfalla e sua duale

$$V = \pm P^6/6 - p P^4/4 - d P^3/3 + e P^2/2 - v P ,$$

hub [(mPPC/PCC) (dACC/dmPFC) (TP/vlPFC) (vACC/vmPFC) (TP)]

La biforcazione a farfalla e la sua duale possono essere intese come la combinazione di una biforcazione a coda di rondine con la sua duale.

La biforcazione a farfalla duale (segno meno) potrebbe corrispondere ad un *autismo diadico* di tipo Asperger, mentre la biforcazione a farfalla (segno più) corrisponde, come si è visto, ad una normale relazione triadica. Con l'attivazione dell'hub dopaminergico (dACC/dmPFC), cui si accompagna l'attivazione dell'hub (mPPC), e con una normale attivazione dell'hub serotonergico (TP/vlPFC), si instaura una relazione triadica fra gli attanti Sé, Altro e Oggetto di valore, con la prospezione di mondi possibili alternativi e con la *reversibilità della dominanza* del Sé e dell'Altro: si instaura così una flessibile relazione empatica fra i due attanti, priva di una compulsione ossessivo / depressiva che può comportare perdite attanziali.

Con $p = 0$ e $d = 0$ la biforcazione a farfalla diviene *diffeomorfa* ad una biforcazione a cuspidale (vedi Figura 3), mentre con $p > 0$ e $d = 0$ una biforcazione a cuspidale duale inserisce l'Oggetto di valore Φ nella relazione speculare fra gli attanti Sé e Altro. Come si può vedere nella Figura 3, una cuspidale duale $\gamma_1, \gamma_2, \gamma'$ biforca dal punto $\gamma_1 \equiv \gamma_2 \equiv \gamma'$ della cuspidale; inoltre, poiché le due cuspidali hanno segno opposto di e , la cuspidale duale appare come un *rovesciamento* della cuspidale lungo l'asse dell'empatia (si veda la notevole intuizione di Lacan nella Sez. 6.3 del Capitolo 6).

L'Oggetto di valore è *doppio*, in quanto rappresenta il Sé all'Altro e, nello stesso tempo, rappresenta l'Altro al Sé. Per $v_s = 0$ ($x = 0$), l'equazione $dP/dt = P^3 - e$ della dinamica della biforcazione a cuspidale duale lungo l'asse x corrisponde dall'equazione $d(iP)/dt = - (iP)^3 - e$ della dinamica di una biforcazione a cuspidale lungo un asse immaginario $i x$ (presumibilmente interemisferico) che è ortogonale all'asse reale x (frontoparietale). L'Oggetto di valore corrisponde così alla scissione nei due attanti immaginari $Sé_{t_1}$ e $Sé_{t_2}$ dell'autocoscienza del sé che dialogano fra loro nella retrospesione / prospezione *temporale* (reversibile), di mondi possibili alternativi a quello reale. Nella relazione triadica Sé - Φ - Altro, il dipolo Sé - Altro diviene così un *quadrupolo*. Una tale relazione temporale 'autistica' del dipolo $Sé_{t_1} - Sé_{t_2}$ (lungo l'asse immaginario $i x$), se dissociata dalla relazione *spaziale* diadica del dipolo Sé - Altro (lungo l'asse reale x), può dare luogo alla relazione del Sé con il suo doppio dell'autismo monadico.

7.6. Il principio dell'inerzia mentale

Una delle caratteristiche essenziali delle psicosi è *l'inerzia del comportamento*, che si manifesta nelle forme opposte di un'eccessiva persistenza o di un'eccessiva facilità ad essere distratti. Questa inerzia del comportamento può essere paragonata all'inerzia dei moti deterministici o prevedibili in media dei sistemi dinamici lineari della meccanica o della meccanica statistica, mentre la complessità di un normale comportamento flessibile può essere paragonata ai moti non facilmente prevedibili dei sistemi inamici non lineari. E, come la moderna dinamica spiega che l'effetto di una forza non è quello di produrre il moto (come pensava Aristotele), ma di modificare il moto inerziale con un'accelerazione, così l'attuale neuropsicologia spiega che l'effetto di un'intenzione non è quello di produrre il comportamento, ma di modificare un comportamento automatico, inerziale con una scelta cosciente. L'inerzia del comportamento e le considerazioni precedenti sull'assemblaggio del default-reorienting network mi hanno indotto ad enunciare il seguente *Principio dell'inerzia mentale*:

In tutti i tipi di psicosi (forse anche nell'autismo), la continuità dell'esperienza è messa a repentaglio a causa di una rottura nella rappresentazione della relazione fra il sé e il suo ambiente (mediato socialmente). Ciò è dovuto ad una carenza in una (almeno) delle due funzioni di regolazione di default, e a una mancanza di coordinazione nello switching della corrispondente funzione di reorienting. Due tipi di inerzia mentale risultano da questa mancanza di continuità.

Nelle psicosi *ossessive / depressive*, una carenza nell'anticipazione temporale o *prospezione* (che implica un difetto nel giudizio di esistenza) e una mancanza di coordinazione nello switching del controllo dell'azione intenzionale o *dominanza*, porta a una fissità prospettiva / retrospettiva (inerzia ossessiva / depressiva) e alla frammentazione temporale (precipitazione maniacale).

Nella *schizofrenia*, una carenza (anche) nella valutazione emozionale sociale o *empatia* (che implica un difetto nel giudizio di valore), e una mancanza di coordinazione nello switching della prospettiva o *punto di vista*, porta ad una fissità nella relazione sé–altro (inerzia catatonica) e alla frammentazione (inerzia paranoica / ebefrenica). (*Brain dynamics*, p. 116)

BIBLIOGRAFIA

- AERTS D., SASSOLI DE BIANCHI M., SOZZO S., VELOZ T., Quantistica & concettualistica, *AutoRicerca*, 24, LAB di Sassoli de Bianchi, Svizzera 2022.
- ALEKSANDROV A.D., KOLMOGOROV A.N., LAVRENT'EV M.A., *Le matematiche*, Bollati Boringheri, Torino 1974.
- ANDRADE E., *Los demonios de Darwin. Semiótica y Termodinámica de la Evolución Biológica*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 2003.
- ARISTOTELE, *La politica*, Laterza, Bari 1960.
- ARISTOTELE, *Metafisica*, Laterza, Bari 1971.
- AVERY M.C., KRICHMAR J.L. (2017). Neuromodulatory Systems and Their Interactions: A Review of Models, Theories, and Experiments. *Front Neural Circuits* 11:108.
- BUSCH N.A., DUBOIS J., VAN RULLEN R. (2009). The Phase of Ongoing EEG Oscillations Predicts Visual Perception. *The Journal of Neuroscience*, 29:24, 7869–76.
- CAVAZZINI A., GUALANDI A., TURCHETTO M., TURRIZIANI COLONNA F., *L'eterocromia Creatrice. Temporalità ed evoluzione in Stephen J. Gould*, Edizioni Unicopli, Milano 2013.
- CLAGETT M., *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, University of Wisconsin Press, Madison 1959, trad. it. *La scienza della meccanica nel Medioevo*, Feltrinelli, Milano 1972.
- COPERNICO N., *De revolutionibus orbium caelestium*, Einaudi, Torino 1975.
- DAMASIO A.R. (1999), *The Feeling of What Happens. Body and Emotion in the Making of Consciousness*, trad. it. *Emozione e Coscienza*, Adelphi, Milano 2000.

- DARWIN C., *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, London 1872, trad. it. *L'origine delle specie*, Boringhieri, Torino 1959.
- DE PAOLI M., Genetica delle società umane, in *Agaragar* n. 1, Silva editore 1970.
- , L'educazione come processo produttivo, in *Agaragar* n. 2, Silva editore 1970.
- , Economia commerciale e linguaggio razionale: denaro e logos, in *Agaragar* n. 3, Silva editore 1971.
- , *La topologia della logica del mutamento e il carattere informativo di una logica intenzionale*, Aracne, Roma 2014.
- , *Rivoluzioni parallele isomorfe. Copernico, Ariosto e Josquin des Prez*, Aracne, Roma 2015.
- , *Capitale finanziario e populismo. La scienza nell'evoluzione del capitale*, Aracne, Roma 2020.
- , *Brain dynamics for goal-directed social navigation. A non-linear statistical model of consciousness*, Aracne, Roma 2021.
- , *Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana. Oscillazioni cicliche e transizione al caos*, Aracne, Roma 2022.
- DE PAOLI M., PESAVENTO A., *La signora del piano di sopra. Struttura semantica di un percorso narrativo onirico*, Aracne, Roma 2013.
- DIK S.C., *The Theory of Functional Grammar. The Structure of the Clause*, Mouton de Gruyter, Berlin 1997.
- DIRAC P.A.M., *The Principles of Quantum Mechanics*, Oxford University Press, Oxford 1930.
- DOMHOFF G.W., *The Neurocognitive Theory of Dreaming*, The MIT Press, Cambridge 2022.
- EDELMAN G.M., *The Remembered Present. A Biological Theory of Consciousness*, Basic Books, New York 1989.
- ELDRIDGE N., *Reinventing Darwin*, Wiley&Sons, New York 1995, trad. it. Einaudi, Torino 1999.
- FOULKES D., *A Grammar of Dreams*, Basic Books, New York 1978.
- FREEMAN W.J., AHLFORS S.P., MENON V. (2009). Combining fMRI with EEG and MEG in order to relate patterns of brain activity to cognition. *Int J Psychophysiol.* 73:1, 43–52.
- FREUD S., *Die Traumdeutung*, (1899), trad. it. *L'interpretazione dei sogni*, Boringhieri, Torino 1973.

- FREUD S., *Metapsychologie* (1915), trad. it. *Metapsicologia*, in *La teoria psicoanalitica*, Boringhieri, Torino 1979.
- , *Jenseits des Lustprinzips* (1920), trad. it. *Al di là del principio di piacere*, in *La teoria psicoanalitica*, Boringhieri, Torino 1979.
- , *Die Verneinung* (1925), trad. it. *La negazione*, in *La teoria psicoanalitica*, Boringhieri, Torino 1979.
- GENETTE G., *Figures III*, Éditions du Seuil, Paris 1972, trad. it. *Figure III. Discorso del racconto*, Einaudi, Torino 1976.
- GOULD S.J., *Ontogeny and Phylogeny*, Harvard University Press, Cambridge 1977.
- GOULD S.J., VRBA E., *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, Bollati Boringhieri, Torino 2008.
- GREIMAS A.J., *Du Sens II – Essais Sémiotiques*, Editions du Seuil, Paris 1983, trad. it. *Del Senso 2. Narrativa, modalità, passioni*, Bompiani, Milano 1984.
- HAKEN H., *Information and Self-Organisation. A Macroscopic Approach to Complex Systems*, cap. 6, Springer, Berlin New York 1988.
- HAN B. C. (2014), trad. it. *Psicopolitica. Il neoliberalismo e le nuove tecniche del potere*, nottetempo, Roma 2016.
- HINTIKKA J., *The Intentions of Intentionality and other new Models for Modalities*, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht 1975.
- , *The Game of Language. Studies in Game-Theoretical Semantics and Its Applications*, Reidel Publishing Company, Dordrecht 1983.
- HOFFMEYER J., *Signs of meaning in the universe. The natural history of signification*, Indiana University Press 1996.
- ITO J., NIKOLAEV A.R., VAN LEEUWEN C. (2005). Spatial and temporal structure of phase synchronization of spontaneous alpha EEG activity. *Biol. Cybern.* 92, 54–60.
- JAKOBSON R., *Essais de linguistique générale*, Editions de Minuit, Paris 1963, trad. it. *Saggi di linguistica generale*, Feltrinelli, Milano 1972.
- JAYNES E.T. (1957). Information Theory and Statistical Mechanics. *The Physical Review* 106:4, 620–30.
- KAUFFMAN S.A., *The Origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, New York 1993.
- KHRENNIKOV A.Y., *Open Quantum Systems in Biology, Cognitive and Social Sciences*, Springer Nature, Switzerland AG 2023.
- KLIMESCH W., SCHACK B., SAUSENG P. (2005). The Functional Significance of Theta and Upper Alpha Oscillations. *Experimental Psychology* 52:2, 99–108.

- KUHN T., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago University Press, Chicago 1962.
- LACAN J., *Ecrits II*, Editions du Seuil, Paris 1966.
- LANDAU L., LIFCHITZ E. (1976), *Physique Statistique. Première partie*, Éditions Mir, Moscou 1984.
- LÉVI-STRAUSS C., *Les structures elementaires de la parenté*, PUF 1947, trad. it. *Le strutture elementari della parentela*, Feltrinelli, Milano 1972.
- , *Anthropologie structurale*, Librairie Plon, Paris 1958, trad. it. *Antropologia strutturale*, Il Saggiatore, Milano 1966.
- , *La pensée sauvage*, Librairie Plon, Paris 1962, trad. it. *Il pensiero Selvaggio*, Il Saggiatore, Milano 1964.
- LORENZ K. (1978), trad. it. *L'etologia. Fondamenti e metodi*, Bollati Boringhieri, Torino 2011.
- MARX K., *Das Kapital*, Erster Band, Hamburg 1867, trad. it. *Il capitale*, Libro primo, Editori Riuniti, Roma 1964.
- MAZAHERY A., JENSEN O. (2008). Asymmetric Amplitude Modulations of Brain Oscillations Generate Slow Evoked Responses. *The Journal of Neuroscience* 28:31, 7781–87.
- METZ C., *Le signifiant imaginaire. Psychanalyse et cinéma*, Christian Bourgois Éditeur, Paris 1993, trad. it. *Cinema e psicanalisi*, Marsilio Editori, Venezia 2002.
- MUSIL R., *Der Mann ohne Eigenschaften*, 1930, trad. it. *L'uomo senza qualità*, Mondadori, Milano 2013.
- NEUMANN VON J. (1932), *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton University Press, Princeton 1955.
- PARR T., PEZZULO G., FRISTON K.J., *Active Inference. The Free Energy Principle in Mind, Brain and Behavior*, The MIT Press, Cambridge 2022.
- PATTEN T.M., RENNIE C.J., ROBINSON P.A., GONG P. (2012). Human Cortical Traveling Waves: Dynamical Properties and Correlations with Responses. *PLoS ONE* 7: 6, 1–10.
- PEIRCE C.S., *Semiotica. I fondamenti della semiotica cognitiva*, Einaudi, Torino 1980, tratto da *Collected Papers*, Harvard University Press, Cambridge 1931–35.
- PESAVENTO A., DE PAOLI M., *Un modello probabilistico del processo onirico e la sua applicazione ai sogni prodotti in analisi*, Bollati Boringhieri, Torino 1992.

- PETTITOT J., *Locale / globale*, in *Enciclopedia*, vol. VIII, Einaudi, Torino 1979.
- POPPER K., *The Logic of Scientific Discovery* [1934], trad. it. *La logica della scoperta Scientifica*, Einaudi, Torino 1970.
- POSTON T., STEWART I., *Catastrophe Theory and its Applications*, Pitman, Boston–London–Melbourne 1978.
- PRIGOGINE I, NICOLIS G., *Self–Organization in Nonequilibrium Systems*, John Wiley & Sons, New York 1977–1981, trad. it. *Le strutture dissipative. Auto–organizzazione dei sistemi termodinamici in non–equilibrio*, Sansoni, Firenze 1982.
- RAU J., *Quantum Theory. An Information Processing Approach*, Oxford University Press 2021.
- ROLLS E.T. (2019). The cingulate cortex and limbic systems for emotion, action, and memory. *Brain Structure and Function* 224, 3001–3018.
- SAUSSURE F. DE, *Cours de linguistique générale* (1916), trad. it. *Corso di linguistica generale*, Laterza, Bari 1968.
- SCHEERINGA R., BASTIAANSEN M.C.M., PETERSSON K.M., OOSTENVELD R., NORRIS D.G., HAGOORT P. (2007). Frontal theta EEG activity correlates negatively with the default mode network in resting state. *International Journal of Psychophysiology*, 67 242–51.
- SCHRÖDINGER E., *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell* [1943], trad. it. *Che cos'è la vita? La cellula vitale del punto di vista fisico*, Sansoni, Firenze 1947.
- SEBEOK T.A., DANESI M., *The Forms of Meaning, Modeling Systems Theory and Semiotic Analysis*, Mouton de Gruyter, Berlin 2000.
- SHANNON C.E., WEAVER W., *The Mathematical Theory of Communication* [1949], trad. it. *La teoria matematica delle comunicazioni*, Etas Libri, Milano 1971.
- SHAROV A., TØNNESSEN M., *Semiotic Agency. Science beyond Mechanism*, Springer Nature, Switzerland AG 2021.
- SIAPAS G.S., LUBENOV E.V., WILSON M.A. (2005). Prefrontal phase locking to hippocampal theta oscillations. *Neuron* 46, 141–51.
- STROCCHI F., *Symmetry Breaking*, Springer, Berlin 2005.
- TOHM R., *Stabilité Structurelle et Morphogénèse. Essai d'une théorie générale des modèles*, InterEditions, Paris 1972.
- UEXKÜLL VON J., *Theoretische Biologie*, Paetel, Berlin 1920, trad. it. *Biologia teoretica*, Quodlibet, Macerata 2015.

- VENKATRAMAN A., EDLOW B.L., IMMORDINO–YANG M. H. (2017). The Brainstem in Emotion: A Review. *Frontiers in Neuroanatomy* 11:15.
- VOGT B.A. (2019) . Cingulate cortex in three limbic subsystems, *Handbook of Clinical Neurology* 166. *Cingulate Cortex*, chap. 3, Elsevier, 2019.
- VOLTERRA V., Variazioni e fluttuazioni del numero d' individui in specie animali conviventi, *Mem. Accad. Lincei* 2, 1926.
- VYGOTSKIJ L.S. (1931), trad. it. *Storia dello sviluppo delle funzioni psichiche superiori*, Giunti Editore, Firenze 1974.

I SAGGI DI LEXIA

1. Gian Marco DE MARIA (a cura di)
Ieri, oggi, domani. Studi sulla previsione nelle scienze umane
ISBN 978-88-548-4184-0, formato 17 × 24 cm, 172 pagine, 11 euro
2. Alessandra LUCIANO
Anime allo specchio. Le mirouer des simples ames di Marguerite Porete
ISBN 978-88-548-4426-1, formato 17 × 24 cm, 168 pagine, 12 euro
3. Leonardo CAFFO
Soltanto per loro. Un manifesto per l'animalità attraverso la politica e la filosofia
ISBN 978-88-548-4510-7, formato 17 × 24 cm, 108 pagine, 10 euro
4. Jenny PONZO
Lingue angeliche e discorsi fondamentalisti. Alla ricerca di uno stile interpretativo
ISBN 978-88-548-4732-3, formato 17 × 24 cm, 356 pagine, 20 euro
5. Gian Marco DE MARIA, Antonio SANTANGELO (a cura di)
La TV o l'uomo immaginario
ISBN 978-88-548-5073-6, formato 17 × 24 cm, 228 pagine, 15 euro
6. Guido FERRARO
Fondamenti di teoria sociosemiotica. La visione "neoclassica"
ISBN 978-88-548-5432-1, formato 17 × 24 cm, 200 pagine, 12 euro
7. Piero POLIDORO
Umberto Eco e il dibattito sull'iconismo
ISBN 978-88-548-5267-9, formato 17 × 24 cm, 112 pagine, 9 euro
8. Antonio SANTANGELO
Le radici della televisione intermediale. Comprendere le trasformazioni del linguaggio della TV
ISBN 978-88-548-5481-9, formato 17 × 24 cm, 244 pagine, 19 euro
9. Gianluca CUOZZO
Resti del senso. Ripensare il mondo a partire dai rifiuti
ISBN 978-88-548-5231-0, formato 17 × 24 cm, 204 pagine, 14 euro
10. Guido FERRARO, Antonio SANTANGELO (a cura di)
Uno sguardo più attento. I dispositivi di senso dei testi cinematografici
ISBN 978-88-548-6330-9, formato 17 × 24 cm, 208 pagine, 13 euro

11. Massimo LEONE, Isabella PEZZINI (a cura di)
Semiotica delle soggettività
ISBN 978-88-548-6329-3, formato 17 × 24 cm, 464 pagine, 30 euro
12. Roberto MASTROIANNI (a cura di)
Writing the city. Scrivere la città Graffitiismo, immaginario urbano e Street Art
ISBN 978-88-548-6369-9, formato 17 × 24 cm, 284 pagine, 16 euro
13. Massimo LEONE
Annunciazioni. Percorsi di semiotica della religione
ISBN 978-88-548-6392-7, formato 17 × 24 cm, 2 tomi, 1000 pagine, 53 euro
14. Antonio SANTANGELO
Sociosemiotica dell'audiovisivo
ISBN 978-88-548-6460-3, formato 17 × 24 cm, 216 pagine, 14 euro
15. Mario DE PAOLI, Alessandro PESAVENTO
La signora del piano di sopra. Struttura semantica di un percorso narrativo onirico
ISBN 978-88-548-6784-0, formato 17 × 24 cm, 88 pagine, 9 euro
16. Jenny PONZO
La narrativa di argomento risorgimentale (1948–2011). Tomo I. Sistemi di valori e ruoli tematici. Tomo II. Analisi semiotica dei personaggi
ISBN 978-88-548-7751-1, formato 17 × 24 cm, 2 tomi, 788 pagine, 45 euro
17. Guido FERRARO, Alice GIANNITRAPANI, Gianfranco MARRONE, Stefano TRANI (a cura di)
Dire la Natura. Ambiente e significazione
ISBN 978-88-548-8662-9, formato 17 × 24 cm, 488 pagine, 28 euro
18. Massimo LEONE
Signatim. Profili di semiotica della cultura
ISBN 978-88-548-8730-5, formato 17 × 24 cm, 688 pagine, 40 euro
19. Massimo LEONE, Henri DE RIEDMATTEN, Victor I. STOICHITA
*Il sistema del velo / Système du voile.
Trasparenze e opacità nell'arte moderna e contemporanea / Transparence et opacité dans l'art moderne et contemporain*
ISBN 978-88-548-8838-8, formato 17 × 24 cm, 344 pagine, 26 euro
20. Mattia THIBAUT (a cura di)
Gamification urbana. Letture e riscritture ludiche degli spazi cittadini
ISBN 978-88-548-9288-0, formato 17 × 24 cm, 280 pagine, 20 euro

21. Ugo VOLLI
Alla periferia del senso. Esplorazioni semiotiche
ISBN 978-88-548-9465-5, formato 17 × 24 cm, 380 pagine, 22 euro
22. Giampaolo PRONI
La semiotica di Charles S. Peirce. Il sistema e l'evoluzione
ISBN 978-88-255-0064-6, formato 17 × 24 cm, 480 pagine, 22 euro
23. Guido FERRARO, Antonio SANTANGELO (a cura di)
I sensi del testo. Percorsi interpretativi tra la superficie e il profondo
ISBN 978-88-255-0060-8, formato 17 × 24 cm, 208 pagine, 12 euro
24. Marianna BOERO
Linguaggi del consumo. Segni, luoghi, pratiche, identità
ISBN 978-88-255-0130-8, formato 17 × 24 cm, 192 pagine, 16 euro
25. Guido FERRARO (a cura di)
Narrazione e realtà. Il senso degli eventi
ISBN 978-88-255-0560-3, formato 17 × 24 cm, 244 pagine, 15 euro
26. Alessandro PRATO (a cura di)
Comunicazione e potere. Le strategie retoriche e mediatiche per il controllo del consenso
ISBN 978-88-255-0942-7, formato 17 × 24 cm, 164 pagine, 12 euro
27. Vitaliana ROCCA
La voce dell'immagine. Parola poetica e arti visive nei Neue Gedichte di Rilke
ISBN 978-88-255-0973-1, formato 17 × 24 cm, 176 pagine, 12 euro
28. Vincenzo IDONE CASSONE, Bruno SURACE, Mattia THIBAUT (a cura di)
I discorsi della fine. Catastrofi, disastri, apocalissi
ISBN 978-88-255-1346-2, formato 17 × 24 cm, 260 pagine, 18 euro
29. Patrícia BRANCO, Nadirsyah HOSEN, Massimo LEONE, Richard MOHR (edited by)
Tools of Meaning. Representation, Objects, and Agency in the Technologies of Law and Religion
ISBN 978-88-255-1867-2, formato 17 × 24 cm, 296 pagine, 18 euro
30. Simona STANO
I sensi del cibo. Elementi di semiotica dell'alimentazione
ISBN 978-88-255-2096-5, formato 17 × 24 cm, 228 pagine, 18 euro
31. Guido FERRARO
Semiotica 3.0. 50 idee chiave per un rilancio della scienza della significazione
ISBN 978-88-255-2318-8, formato 17 × 24 cm, 308 pagine, 18 euro

32. Simone GAROFALO
Narrarsi in salvo. Semiosi e antropo-poiesi in due buddhismi giapponesi
ISBN 978-88-255-2368-3, formato 17 × 24 cm, 516 pagine, 26 euro
33. Massimo LEONE
Il programma scientifico della semiotica. Scritti in onore di Ugo Volli
ISBN 978-88-255-2763-6, formato 17 × 24 cm, 228 pagine, 18 euro
34. Massimo LEONE, Bruno SURACE, Jun ZENG (edited by)
The Waterfall and the Fountain. Comparative Semiotic Essays on Contemporary Arts in China
ISBN 978-88-255-2787-2, formato 17 × 24 cm, 360 pagine, 25 euro
35. Jenny PONZO, Mattia THIBAUT, Vincenzo IDONE CASSONE (a cura di)
Languescapes. Ancient and Artificial Languages in Today's Culture
ISBN 978-88-255-2958-6, formato 17 × 24 cm, 236 pagine, 22 euro
36. Andrea MAZZOLA
Trasumano mon amour. Note sul movimento H+ (scritti 2015-2019)
Prefazione di Riccardo de Biase
Traduzione di Annamaria Di Gioia, Federica Fiasca, Francesco Tagliavia, Giorgio Cristina
ISBN 978-88-255-3029-2, formato 17 × 24 cm, 288 pagine, 18 euro
37. Mattia THIBAUT
Ludosemiotica. Il gioco tra segni, testi, pratiche e discorsi
Prefazione di Ugo Volli
ISBN 978-88-255-3212-8, formato 17 × 24 cm, 236 pagine, 16 euro
38. Massimo LEONE
Colpire nel segno. La semiotica dell'irragionevole
ISBN 978-88-255-3381-1, formato 17 × 24 cm, 252 pagine, 18 euro
39. Massimo LEONE
Scevà. Parasemiotiche
ISBN 978-88-255-3455-9, formato 17 × 24 cm, 236 pagine, 16 euro
40. Federico BIGGIO, Victoria DOS SANTOS, Gianmarco Thierry GIULIANA (eds.)
Meaning-Making in Extended Reality. Senso e Virtualità
ISBN 978-88-255-3432-0, formato 17 × 24 cm, 336 pagine, 22 euro
41. Gabriele MARINO
Frammenti di un disco incantato. Teorie semiotiche, testualità e generi musicali
Prefazione di Andrea Valle
Postfazione di Ugo Volli
ISBN 978-88-255-3586-0, formato 17 × 24 cm, 244 pagine, 17 euro

42. Xianzhang ZHAO
Text – Image Theory: Comparative Semiotic Studies on Chinese Traditional Literature and Arts
ISBN 979-12-5994-008-7, formato 17 × 24 cm, 288 pagine, 22 euro
43. Cristina VOTO
Monstruos audiovisuales. Agentividad, movimiento y morfología
Prefazione di Massimo Leone
ISBN 979-12-5994-419-1, formato 17 × 24 cm, 108 pagine, 10 euro
44. Silvia BARBOTTO, Cristina VOTO, Massimo LEONE (eds.)
Rostrosferas de America Latina. Culturas, traducciones y mestizajes
ISBN 979-12-5994-921-9, formato 17 × 24 cm, 212 pagine, 18 euro
45. Jenny PONZO, Francesco GALOFARO (a cura di)
Autobiografie spirituali
ISBN 979-12-5994-878-6, formato 17 × 24 cm, 280 pagine, 16 euro
46. Massimo LEONE, Cristina VOTO (a cura di)
I cronotopi del volto
ISBN 979-12-218-0270-2, formato 17 × 24 cm, 260 pagine, 20 euro
47. Roberto FLORES
Magia Publicitaria. Semiótica de la eficacia simbólica
ISBN 979-12-218-0313-6, formato 17 × 24 cm, 184 pagine, 14 euro
48. Antonio SANTANGELO, Massimo LEONE (a cura di)
Semiotica e intelligenza artificiale
ISBN 979-12-218-0429-4, formato 17 × 24 cm, 308 pagine, 22 euro
49. Jenny PONZO, Simona STANO (a cura di)
Nuovi media
ISBN 979-12-218-0521-5, formato 17 × 24 cm, 288 pagine, 16 euro
50. Gianmarco THIERRY GIULIANA, Massimo LEONE (éds.)
Sémiotique du visage futur
ISBN 979-12-218-0492-8, formato 17 × 24 cm, 200 pagine, 18 euro
51. José Luis FERNÁNDEZ, Massimo LEONE, Elsa SORO, Cristina VOTO (a cura di)
Rostrotopías. Mitos, narrativas y obsesiones de las plataformas digitales
ISBN 979-12-218-0853-7, formato 17 × 24 cm, 246 pagine, 24 euro
52. Massimo LEONE (a cura di)
Il senso impervio. Vette e abissi dell'interpretazione estrema
ISBN 979-12-218-0972-5, formato 17 × 24 cm, 442 pagine, 30 euro

53. Jenny PONZO, Simona STANO (a cura di)

I media e le icone culturali

ISBN 979-12-218-1144-5, formato 17 x 24 cm, 228 pagine, 22 euro

54. Mario DE PAOLI

*L'evoluzione delle specie semiotiche. Biologia dell'evoluzione,
semiotica e informazione quantistica*

ISBN 979-12-218-1268-8, formato 17 x 24 cm, 164 pagine, 16 euro

Finito di stampare nel mese di maggio del 2024
dalla tipografia «The Factory S.r.l.»
via Tiburtina, 912 – 00156 Roma

L'EVOLUZIONE DELLE SPECIE SEMIOTICHE

BIOLOGIA DELL'EVOLUZIONE, SEMIOTICA E INFORMAZIONE QUANTISTICA

Nel corso del XX secolo si è sviluppato un nuovo paradigma scientifico che, togliendo la separazione newtoniana fra soggetto e oggetto, concepisce gli esseri viventi come agenti semiotici che si autoorganizzano interpretando l'informazione scambiata con l'ambiente. Il saggio descrive il contributo dell'autore alla nuova scienza, la biosemiotica, con una ricerca che, iniziata nel 1970 con la concezione delle società umane come specie semiotiche il cui linguaggio è un prolungamento del codice genetico, si conclude con l'applicazione della teoria delle biforcazioni dei sistemi non-lineari aperti e lontani dall'equilibrio alla formulazione di un modello matematico dei livelli di coscienza.



MARIO DE PAOLI

Nato a Dolo (Venezia) nel 1940, è laureato in Chimica e in Fisica. Ha insegnato matematica e fisica in un liceo di Padova. Ha collaborato con Mario Perniola alla redazione di «Agaragar» (1970-71). Ha pubblicato: *Capitale finanziario e populismo* (2020), *Modelli dinamici dell'evoluzione della civiltà urbana* (2022), *Brain dynamics for goal-directed social navigation* (2021), e, con lo psicoanalista A. Pesavento, *La signora del piano di sopra. Struttura semantica di un percorso narrativo onirico* (2013).



in copertina

Immagine di Pete Linforth da Pixabay.

16,00 EURO

