

# Complessità come Apertura Logica

IGNAZIO LICATA

## 1) Il mito del metodo unico

La matrice fondamentale del pensiero "razionale" moderno e di quella sua caratteristica creatura che è la scienza, consiste nell'idea di poter disporre di un Metodo in grado di costruire un percorso ordinato di pensieri ed esperienze e garantire con cristallina evidenza la Verità delle varie acquisizioni, pensate come una successione crescente verso la conquista definitiva del Sapere Assoluto ed Incontrovertibile. Man mano che questo ambizioso programma "laico" di conquista del "cielo" si sviluppava, fu necessario ammettere la sua difficile realizzabilità, ma questa non veniva imputata ad un difetto di principio, bensì ad "intoppi" pratici e contingenti, ad una non "perfetta" applicazione del metodo.

L'"imperfezione" umana veniva così ad essere valutata in base ad un ideale di perfezione che continuava a funzionare come principio regolatore della concezione del Sapere inteso come possibilità di accesso alla Totalità del Reale. Sotto questo profilo è emblematica l'avventura intellettuale di Cartesio e l'"onda lunga" della sua eredità, che ancora oggi permea il senso comune nella concezione della scienza. La proposta metodologica cartesiana è centrata su una serie di assunzioni che indicheremo globalmente con E. Morin come Pensiero Semplice, le cui caratteristiche riduzioniste, lineari e dicotomiche, possono così essere riassunte:

- l'accumulo di conoscenza è inversamente proporzionale alla variazione dell'ignoranza;

- se un problema è troppo complesso per poter essere risolto può sempre essere suddiviso in tanti sotto-problemi, per i quali è possibile una spiegazione. La "sommatoria" delle micro-spiegazioni fornirà la soluzione al macro-problema di partenza;

- proprio come in matematica, il metodo deve permettere di distinguere tra questioni "valide", suscettibili di chiara definizione e dimostrazione, e idee irrimediabilmente "confuse", da rigettare nel flusso temporale del gioco delle opinioni, dei desideri e delle chimere;

- il metodo permette dunque di fissare una direzione del Progresso, una "rotta" ben definita rispetto alla quale eventuali blocchi, deviazioni, ritorni e convergenze sono sempre subordinati e riassumibili nella storia globale della "strada maestra" della conoscenza.

La separazione tipica del cartesianesimo tra "ego cogitans" e "res extensa" è una conseguenza necessaria dell'adozione del metodo. Questo infatti, prima ancora di fornire uno strumento di conoscenza, è un esercizio di purificazione ed asceti intellettuali, capace di mettere la mente razionale in grado di cogliere gli aspetti universali, necessari ed atemporali dell'ordine del creato, lasciando il resto al suo destino contingente di "accidente" deteriorabile, prima tra tutte la corporeità.

Anche l'"epurazione" delle tonalità emotive si rende necessaria, nella misura in cui vengono a distorcere con "capricci" soggettivi la riflessione "asettica" sulla realtà esterna oggettiva ed immutabile. Dunque la novità che definisce la razionalità

moderna, dal '600 ad oggi, consiste nell'essersi auto-costituita come strumento unico nella costruzione del territorio della conoscenza, grazie all'adozione di un metodo privilegiato. In seguito a quest'atto di hybris, il suo primo provvedimento è stato quello di espellere dalle sue "colonie" ogni altro approccio con il reale incapace di esibire le necessarie caratteristiche di "chiarezza", costringendolo o ad auto-confinarsi nelle riserve protette del "sacro", oppure a nascondersi nei "boudoir" del privato o nelle caverne di una vaga "spiritualità", fondando quel gioco schizofrenico tipico della civiltà moderna che è stato così acutamente analizzato da M. Foucault.

Le avventure della conoscenza negli ultimi due secoli hanno visto l'incrinarsi progressivo e inesorabile dello schema monolitico del pensiero semplice, con la conseguente necessità di esorcizzare definitivamente il fantasma del metodo "assoluto". L'erosione di una visione monolitica della scienza all'interno della comunità non ha però sostanzialmente intaccato il mito del metodo come garanzia di un corretto approccio con l'acquisizione di conoscenza. È interessante infatti notare che anche scienziati estremamente competenti nella loro specifica area di indagine, fuori dal loro laboratorio o dal loro ambito teorico, mostrano un'ingenuità epistemologica spesso disarmante. Infine, la visione mitologica del metodo è ancora la garanzia su cui poggia lo status sociale della scienza nella nostra società.



Ignazio Licata

competenti nella loro specifica area di indagine, fuori dal loro laboratorio o dal loro ambito teorico, mostrano un'ingenuità epistemologica spesso disarmante. Infine, la visione mitologica del metodo è ancora la garanzia su cui poggia lo status sociale della scienza nella nostra società.

## 2) Linguaggi formali e universi semantici

L'impetuoso sviluppo delle conoscenze scientifiche porta, intorno all'800, alla costituzione dell'epistemologia come disciplina autonoma dedicata allo studio dello statuto delle teorie scientifiche. Va rilevato che questo bisogno di controllare il funzionamento della propria disciplina non ha mai coinvolto in maniera particolare gli scienziati, non più di quanto i mistici si siano interessati allo statuto linguistico-procedurale della teologia.

Il dibattito epistemologico classico si è incentrato essenzialmente su tre temi principali:

### IL PROBLEMA DEI CRITERI DI SCIENTIFICITÀ

Il proliferare delle conoscenze, ed in particolare la nascita delle cosiddette "scienze umane", pose il problema di stabilire dei criteri in base ai quali una certa procedura d'indagine poteva essere giudicata scientifica oppure lasciata nell'ambito dell'ingenua empiria o della "sporcizia" della prassi.

È evidente che a questo stadio di sviluppo della civiltà occidentale il certificato di "scientificità" è

già una vera e propria garanzia di conoscenza "solida", sulla quale costruire tecnologie e definire

linee terapeutiche, garante perciò anche dell'ordine sociale. Per lungo tempo la "conditio sine qua

non" per giudicare scientifica una disciplina è stata la sua capacità di "reggere il confronto" con la fisica (fiscalismo),

la scienza che ha beneficiato più di tutte le altre, almeno fino agli inizi del nostro secolo, degli assunti del pensiero semplice, sviluppandosi secondo uno schema sostanzialmente meccanicista, riduzionista e lineare, e potendosi così avvantaggiare di una forte matematizzazione che deriva dalla possibilità di identificare chiaramente un sistema e le sue relazioni interne ed esterne.

Questo confronto veniva ad essere penalizzante per le "scienze umane" ma anche piuttosto difficile da sostenere per discipline come la biologia o persino la geologia. Uno dei criteri richiesti sui quali si era trovato un certo accordo era infatti quello della consistenza interna, secondo il quale all'interno di una teoria non dovevano trovare posto proposizioni contraddittorie. Questo è un criterio certamente ragionevole, ma tendente a privilegiare come scientifiche le discipline con un elevato livello di formalizzazione, situazione nella quale verificare la soddisfazione del criterio di consistenza è una faccenda praticamente immediata. La richiesta di consistenza può infatti considerarsi come un'ipotesi sull'arcipelago delle conoscenze. Ciò che appare separato superficialmente, deve mostrare una serie di connessioni profonde ad un maggior livello di analisi. Questa è la linea che la fisica teorica ha sempre seguito con successo ed ha portato oggi ad un interesse predominante verso le Teorie del Tutto. L'idea è che ogni momento teorico può essere alla fine ordinato secondo una sequenza del tipo: dove ogni teoria è compresa nella successiva secondo una relazione di "più forte di".

Un'altra questione è quella della testabilità di una teoria, ossia del procedimento tramite il quale connettere gli enunciati della teoria ai dati osservativi-sperimentali. Anche in questo caso le discipline altamente matematizzate sono favorite, poiché si tratta di confrontare un valore ottenuto tramite la soluzione delle equazioni che descrivono il fenomeno con la misura ricavata dalla situazione di laboratorio. Un terzo criterio di rilevante importanza è costituito dalla fecondità di una teoria, cioè dalla capacità di risolvere un maggior numero di problemi rispetto alle teorie concorrenti e di fornire nuove previsioni. Questo criterio implica però un certo grado di "commensurabilità" tra le teorie "in gioco". Questa commensurabilità, come del resto una precisa valutazione del "grado" di fecondità, è sicuramente agevolata dall'adozione di un linguaggio formale, capace di fornire strumenti di confronto quantitativi. Come nei due casi precedenti, anche questo criterio è più adatto ad analizzare discipline costruite secondo il modello fiscalista, o meglio,

a valutare singole teorie fisiche.

#### IL PROBLEMA DELLA SCELTA TRA TEORIE

Questo problema è strettamente connesso alla questione della consistenza. In questo caso però l'accento è spostato sull'aspetto "architetonico" della teoria da valutare e sul tipo di connessione con il corpus di conoscenze già acquisite. Ad esempio, ci si aspetta che in una teoria fisica mirata alla spiegazione di un certo fenomeno non vengano introdotte nozioni in aperto contrasto con le leggi note. Se pensiamo allo sviluppo della fisica quantistica, però, si capisce come, più che un astratto "problema della scelta", abbiamo qui a che fare con processi di adattamento evolutivo nel senso darwiniano, e come tali possono essere valutati soltanto "a posteriori", dopo una storia articolata di tentativi e modificazioni. Ci fu un lungo periodo - più lungo in effetti di quanto non si riporti nei testi di fisica - durante il quale si continuò a pensare che fosse possibile spiegare la struttura atomica utilizzando le leggi della meccanica e dell'elettromagnetismo classici, derivando da queste la costante di Planck ed i modelli chiave della prima fisica dei quanti.

Questo periodo somiglia al tentativo di salvare la teoria

degli epicicli attraverso assunzioni sempre più complicate prima della "deviazione" di Keplero. In seguito, com'è noto, si accettò l'idea della necessità di principi fisici radicalmente nuovi, dove il problema era costituito piuttosto dall'emergere del mondo classico da un background quantistico. Anche in questo caso, però, il modo di intendere questo background non è univocamente fissato dal formalismo, e troviamo uno spettro di posizioni interpretative variegata ed ispirate ognuna ad uno scenario meta-teorico che va dall'acausalismo radicale dell'interpretazione standard, che trova la non-località e gli aspetti contestuali della fisica quantistica come "inaspettata sorpresa", all'ontologia di Bohm e Hiley, che la incorporano ab initio nella struttura concettuale della teoria salvando in qualche modo gli "elementi di realtà fisica" così importanti per Einstein.

Questo esempio può farci capire come la configurazione delle teorie scientifiche, ad un dato momento, è il risultato di una serie di assestamenti più o meno "tellurici" avvenuti durante un dibattito storicamente articolato ed, in genere, mai definitivamente concluso.

#### IL PROBLEMA DELLA STRUTTURA DELLA SPIEGAZIONE SCIENTIFICA

La necessità dell'analisi storica per arrivare a stabilire le "ragioni" di una teoria su un'altra mise in crisi definitiva l'ideale neo-positivista di mettere a punto una volta per tutte una sintassi generale delle procedure scientifiche, quasi si trattasse delle regole degli scacchi. Questo ideale, diretto erede della concezione "onnipotente" del metodo, mirava alla costruzione di un linguaggio formale universale, di leibniziana memoria, tramite il quale mettere a punto una sorta di grammatica dove trovassero posto non soltanto le "regole della scienza" ma anche i risultati di ogni singola disciplina che via via si andavano accumulando. Un simile programma appare retrospettivamente ingenuo per la sua inutilità, più o meno come i "Principia Mathematica" di Russel e Whitehead che risultarono più interessanti per i logici che per i matematici; ancora di più per la sua concreta irrealizzabilità, legata ai teoremi di Gödel ed in generale all'impossibilità di "chiudere" formalmente un sistema di conoscenze "in fieri". Eppure più di un tentativo fu fatto, il più famoso dei quali resta certamente l'abbozzo della "Encyclopedia of Unified Science", pubblicato intorno agli anni '40. Influenzati dalla filosofia analitica inglese, dagli sviluppi della logica simbolica e dall'impostazione fiscalista, un'intera generazione di epistemologi tentò ripetutamente di inquadrare il problema della struttura della spiegazione scientifica come un procedimento essenzialmente formale. Infatti, sia per il verificazionismo degli empiristi logici (Circolo di Vienna, 1928), che per il falsificazionismo di Popper (1934) e dei suoi numerosi seguaci, la spiegazione scientifica consiste nel connettere enunciati particolari ed enunciati generali attraverso una catena deduttiva, dalla quale è poi possibile ricavare un enunciato base da sottoporre a verifica per gli uni o che funga da "falsificatore potenziale" per gli altri. Già i lavori di P. Duhem e poi di G. Bachelard avevano minato alla base questa concezione formale dell'epistemologia, mostrando che non c'è comprensione della scienza senza l'analisi storico-critica delle modalità di costituzione del sapere scientifico. Del resto anche R. Carnap, uno dei fondatori del Circolo di Vienna, dal 1947 in poi, concentrò la sua attenzione sulla semantica delle teorie, abbandonando la vecchia visione puramente sintattica e rendendosi conto di come anche i termini scientifici fossero soggetti a "variazioni di significato" in relazione dinamica al contesto del discorso entro il quale venivano inquadrati, analogamente al processo di "semiosi illimitata" studiato da C. S. Peirce.

L'idea di una scienza "pura", chiaramente distinguibile dal

contesto culturale e storicamente continua e lineare attraverso un progressivo accumulo di conoscenze, fu messa in crisi dalle analisi di G. Bachelard (1938) e di H. Blumemberg (1979), che mostrarono come lo "spirito scientifico" sia sempre stato imprescindibilmente collegato al bagaglio di immaginario e mito che è parte integrante e fondamentale del rapporto Uomo-Natura, e come la stessa scienza moderna, nella sua assiomatica "infallibilità", tenda di fatto a costituirsi come una sorta di mito contemporaneo che trova il suo narratore omerico nella persuasività mass-mediatica.

Un altro contributo decisivo verrà dall'"archeologia del sapere" elaborata negli anni '60 da M. Foucault con la dottrina delle epistemi, reti concettuali sotterranee che caratterizzano l'atmosfera comune dei saperi di un'epoca. Le mutazioni epistemiche non si succedono secondo un ordine lineare, ma per "discontinuità enigmatiche"; non c'è una Ragione, a dispetto dell'"autobiografia" che la scienza costruisce a suo uso e consumo, ma una successione di ragioni che cambiano "senza ragione" (Piaget), attraverso biforcazioni improvvise e catastrofi momentanee. È in questo clima di "demitizzazione" della scienza che appaiono gli ormai classici lavori di T. Kuhn e di P. Feyerabend, durante gli anni '60 e '70. Riprendendo da Bachelard la nozione di rottura epistemologica, che indica la crisi delle abitudini di pensiero e degli atteggiamenti psicologici culturalmente consolidati durante i passaggi da una visione scientifica ad un'altra, Kuhn si concentrò sull'analisi dei modi storici in cui di fatto la scienza procede, in chiara opposizione con la vecchia epistemologia formale degli empiristi logici e di Popper. Nella sua "Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche" (1962) delinea un modello "non cumulativo" dello sviluppo delle scienze che avviene secondo il passaggio da un paradigma ad un altro, dove con paradigma si intende "una solida struttura di assunti concettuali, teorici, strumentali e metodologici" che guida la comunità scientifica nella ricerca su un determinato campo; il crollo avviene quando all'interno del vecchio paradigma si accumulano tante "anomalie" tali da "far saltare" lo schema in favore del nuovo. Bisogna dire che Kuhn utilizzò questa nozione nell'analisi dei processi macro-storici, come il passaggio dal sistema tolemaico a quello copernicano o dalla fisica classica alla quantistica. In seguito il concetto di paradigma è stato utilizzato anche come nozione micro-storica, per rendere conto delle divergenze di vedute che possono contrapporre micro-comunità scientifiche che si trovano comunemente d'accordo sugli asserti generali.

Anche P. Feyerabend, basandosi su un'analisi prevalentemente storico-critica della scienza, mostra non soltanto che le regole metodologiche proposte dalle epistemologie formali sono state più volte violate nella prassi della ricerca, ma che queste "trasgressioni" si sono rivelate estremamente feconde. Da quest'opera di "liquidazione del metodo" (inteso come metodo generalista e meramente formale!) Feyerabend giunge ad un radicale anarchismo metodologico. In "Contro il Metodo" (1975) sostiene che la scienza crea di volta in volta le regole di cui ha bisogno, in relazione allo specifico problema trattato. Non esiste dunque un "metodo generale", ma

una pluralità dinamica e mutevole di strategie ed atteggiamenti teorici. Coerentemente con le proprie posizioni contro metodologiche, in "La Scienza in una Società Libera" (1978), mostrerà che è impossibile distinguere in modo rigoroso fra scienza e non-scienza e giustificare la posizione predominante che la scienza pretende di avere nel sistema culturale e sociale contemporaneo. Questa posizione ha suscitato aspre polemiche, poiché il senso della provocazione cambia se viene proposta in una realtà dove la scienza è "forte", oppure in realtà culturali dove il suo ruolo è più sfaccettato ed incerto, come possono essere l'Italia, che risente ancora dell'eredità di Croce e Gentile, o la Russia post-comunista, con il suo revival di magia e parapsicologia. E' evidente che anche l'intento democratico della provocazione assume connotazioni diverse in contesti diversi, confermando la tesi di fondo che un esauriente "concetto generale" di scienza è troppo povero per poterne cogliere i nodi cruciali interni alla comunità ed i meccanismi di consenso e comunicazione con il contesto socio-politico.

In questo senso è stimolante la proposta di N. Goodman (1978) di una "commensurabilità" tra lo scienziato e l'artista come "fabbricanti di mondi", superando così la "dispotica" dicotomia tra modelli formali e contesti, e sostituendola con un bacino fraterno di sottili interpenetrazioni.

Comincia così ad apparire chiaro che non si danno "fatti" se non all'interno di un contesto teorico; modificando il contesto cambiano le relazioni tra i fatti e il loro stesso significato (tesi di Duhem-Quine). In questa direzione va il modello a rete di M. Hesse, secondo il quale non vi è differenza di principio tra enunciati teorici ed osservativi. Infatti, se non si danno fatti se non all'interno di un'articolazione teorica di questi, è vero più in generale che non esiste scienza che non sia inserita in un più ampio assetto culturale e socio-economico.

H. Marcuse in "L'Uomo a una Dimensione" (1964) individua nelle epistemologie formali e nella stessa immagine "asettica" del modello di produzione scientifica delle vere e proprie "filosofie dell'integrazione" nell'ambito del sistema di produzione neo-capitalista. Più avanti J. Habermas riprenderà il tema analizzando la connessione cruciale tra scienza e dominio tecno-burocratico, con l'alienante conseguenza della scissione tra le crescenti tendenze auto-referenziali della produzione scientifica ed i bisogni della gente.

La separazione tra scienza e cultura rivela che il sapere scientifico non è una strategia "pura" per la comprensione della natura, ma si è ormai costituito come l'ultima roccaforte ideologica della cultura occidentale. È ormai chiaro, soprattutto dopo lo sviluppo delle nuove impostazioni di sociologia critica della scienza e di analisi scientifica della ricerca stessa a partire dal saggio di D. Bloor (1976) che il binomio "scienza/metodo" è un pretesto per dare un senso unitario e fondativo ad un modello di sviluppo economico e sociale. È impossibile negare l'importanza della ricerca scientifica, ma dobbiamo interrogarci se l'assetto scienza-cultura tradizionalmente proposto ed ancora garante della comunicazione "ufficiale" tra ricercatori, gruppi di ricerca e società sia l'unico possibile



Arte e complessità. Escher, Caos e Ordine

o se non sia invece un meccanismo logoro e sclerotizzato che impedisce a sé stesso nuove possibilità evolutive.

### 3) La complessità tra cibernetica e teoria dei sistemi

La storia scientifica della complessità nasce con le esigenze interdisciplinari sempre più marcate della ricerca moderna, e suggerisce un approccio epistemologico radicalmente diverso da quello tradizionale. Non c'è più una realtà esterna "fissa" da rappresentare mediante l'uso di principi "universali" di partenza e una successione di teorie organizzate secondo uno schema lineare. Piuttosto, il sistema della conoscenza è caratterizzato da un processo di evoluzione ed auto-organizzazione delle informazioni che procede per successivi anelli di retro-azione dai risultati ai principi, modificando gli uni e gli altri, in una progressiva "costruzione" della realtà. Alla definizione di questa linea di pensiero hanno dato un contributo decisivo le ricerche di W. McCulloch, Von Bertalanffy, N. Wiener, J. Piaget, H. von Foerster, G. Bateson, H. Maturana, F. Varela ed H. Atlan.

Per fissare le idee, ricordiamo la definizione di sistema di Hall-Fagen (1956): un sistema è un insieme di elementi (azioni, individui, concetti, teorie) in relazione tra loro. Nella sua apparente semplicità questa definizione nasconde insidie concettuali formidabili, che furono al centro dei dibattiti della "Macy Foundation", tra il 1946 ed il 1957, una serie di incontri "trans-disciplinari" che passarono in seguito alla storia con il termine in verità un po' generico ed ormai irrimediabilmente inflazionato di "cibernetica".

Durante il dibattito emersero con particolare evidenza due posizioni diverse nel considerare sistemi di varia complessità e lo scambio d'informazioni tra loro. J. von Neumann, interessato più alla teoria degli automi e degli elaboratori digitali, mise l'accento sull'eteronomia del sistema e sulla sua capacità di essere "in formato" dagli input dell'ambiente che ne determinano gli output; in questo modo si stabilisce una corrispondenza tra sistema ed ambiente attraverso una relazione che può essere definita di tipo istruttivo-rappresentazionale. L'ambiente "istruisce" il sistema in modo che questo sia in grado di "rappresentarlo".

Vediamo in questa concezione un legame stretto con la vecchia epistemologia formale e soprattutto l'intuizione in nuce del paradigma della mente come elaboratore digitale che ispirerà la prima Intelligenza Artificiale.

N. Wiener, interessato alle macchine ma anche alla biologia e più in generale ad un "uso umano degli esseri umani" - come recita il titolo originale del suo famoso "Introduzione alla Cibernetica" (1950) -, mise in evidenza i limiti della concezione di von Neumann, osservando che macchine di quel tipo andrebbero in "tilt" in presenza di paradossi, entrando in cicli ricorsivi senza fine. Passò in seguito ad analizzare gli elementi di novità contenuti nella motrice a vapore di Watt, capace di essere "informata" sui cambiamenti del mondo esterno da un meccanismo di auto-regolazione, e sviluppò quest'ultimo concetto in relazione al gioco stimolo-risposta negli organismi viventi. La posizione di Wiener si contrapponeva a quella di von Neumann perché centrata sulla nozione di autonomia del sistema rispetto all'ambiente e di come questa autonomia permetteva una "chiusura operativa" capace di garantire dei processi di auto-adattamento, secondo una

visione sistemica molto più adatta allo studio dei sistemi biologici e cognitivi.

È dall'impostazione di Wiener che ha origine la nozione di sistema autopoietico utilizzata nella teoria di Maturana - Varela-Bateson. I sistemi autopoietici sono sistemi dotati di una struttura a rete che connette gli elementi in gioco tramite una gerarchia di anelli di feed-back. Un sistema di questo tipo è in grado di mantenere la propria configurazione grazie a cicli di auto-rinnovamento e di modificarla attraverso nuove connessioni nella struttura a rete. In questo modo si auto-organizza, modificandosi ed al contempo conservando la propria identità.

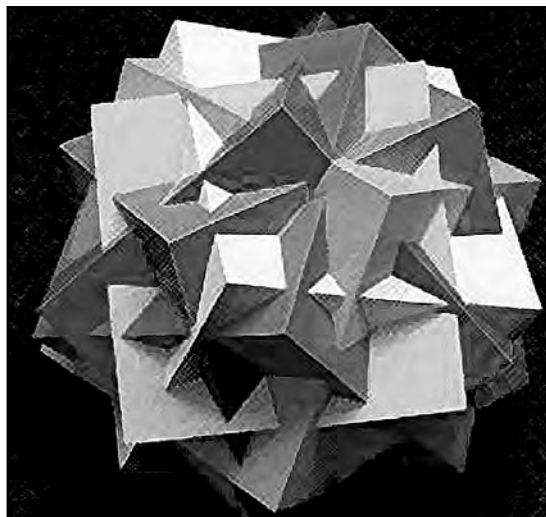
I sistemi autopoietici sono in continua relazione dinamica con l'ambiente circostante tramite interazioni ricorrenti e perturbazioni, un procedere "fianco a fianco" che è detto accoppiamento strutturale. È importante sottolineare la differenza con il modello di von Neumann: in quel caso l'ambiente forniva degli input di tipo "istruttivo" al sistema, mentre nel caso dell'accoppiamento strutturale è la natura stessa del sistema, in base alla sua peculiare configurazione dinamica a rete ed alle sue "soglie di sensibilità", a "selezionare" gli input dell'ambiente e ad "aspettarsi" internamente, in un modo che l'ambiente non può né specificare né dirigere. I cambiamenti strutturali interni sono cambiamenti evolutivi. Questo modifica profondamente la visione tanto diffusa quanto imprecisa, se non ideologicamente "viziata", dell'evoluzione

come un processo di ottimizzazione. Ritornando alle idee originali di Darwin, bisogna invece dire che "ambiente ed organismi co-evolvono" (J. Lovelock). Nella concezione dell'accoppiamento strutturale è implicita l'idea dell'evoluzione come possibilità di compatibilità tra organismo ed ambiente e tra sistemi diversi. Nel corso del processo ontogenetico, esiste perciò uno stretto legame tra evoluzione, sviluppo ed apprendimento, poiché i vari livelli gerarchici di un sistema si riconfigurano continuamente sulla base delle strutture interne precedenti e della storia del sistema.

È qui che entra in gioco una nuova visione della conoscenza e dei compiti di un'epistemologia della complessità. Scrive efficacemente

Maturana: "I sistemi viventi sono sistemi cognitivi ed il vivere in quanto processo è un processo di cognizione". Nei processi auto-poietici si viene così a stabilire una "rete semantica" che definisce il dominio cognitivo di ogni sistema; questo dominio non caratterizza soltanto quello che ci arriva e come ci arriva, ma anche - e forse in misura maggiore - tutto ciò che non "vediamo" del mondo. La rete semantica è anch'essa un processo e dunque il dominio cognitivo cambia in continuazione. Dunque ogni organismo non rappresenta il mondo, ma lo genera continuamente. In questo senso Varela afferma che la mente ed il mondo sorgono assieme. Viene così re-integrato ad un livello fondamentale l'osservatore nel processo della conoscenza: non si dà alcun "Mondo" indipendente

dagli osservatori, bensì un mondo per ogni osservatore. Questo non significa in alcun modo rinunciare ad ogni forma di elementare e "sano" realismo, ma semplicemente affermare che esiste un circolo virtuoso tra la biologia della conoscenza (R. Reidl) e le strategie epistemologiche che produciamo in relazione ad un problema.



#### 4) Il ruolo dell'osservatore e l'apertura logica

Un esempio illuminante della diversa strategia epistemica sono i cosiddetti processi emergenti tipici delle aree interdisciplinari. Bisogna sottolineare con forza la relazione tra crossing disciplinare e fenomeni emergenti, perché la possibilità di identificare l'emergenza è strettamente connessa all'utilizzazione di approcci metodologici diversi convergenti su un problema, in modo tale da determinare un ampliamento del dominio cognitivo delle discipline di partenza in una nuova visione prospettica. Una prima definizione intuitiva di emergenza è quella di "novità". Una novità è tale sempre in relazione ad uno schema o un modello predefinito, un'ottica epistemica, anche questo significato naive è dunque utile per fissare le idee. Più significativa è la distinzione tra due tipi di emergenza, l'emergenza computazionale e l'emergenza intrinseca (Baas-Emmeche, 1997). Nel primo caso il ruolo dell'osservatore è quello identificare una forma che può comunque essere prevista in base al modello teorico del sistema. Questo significa che il processo individuato, per quanto non banale, può comunque essere ricondotto, tramite l'analisi del modello, ad una descrizione computazionale. Questo è il caso di molti sistemi non-lineari, come i sistemi dissipativi e caotici, e ci sono buoni motivi per supporre che ogni tipo di emergenza computazionale rientri strutturalmente in una delle quattro classi di automi cellulari di Wolfram-Langton. L'emergenza intrinseca invece appare più "radicale", poiché non soltanto non può essere prevista in base alle assunzioni di modelli precedenti, anche se compatibili con questi, ma richiede all'osservatore la formulazione di un nuovo modello mirato alla comprensione di caratteristiche peculiari. Questo equivale alla creazione di un'ottica epistemica nuova per "vedere" ciò che in altri modelli è "invisibile". In questo senso parliamo anche di emergenza osservazionale, poiché essa dipende dalle scelte dell'osservatore e dai suoi obiettivi.

Questo aspetto è stato inquadrato concettualmente e formalmente nella recente teoria dell'apertura logica dei sistemi (Minati, Penna, Pessa, 1998; Licata, 2006, 2007) che indaga e sviluppa la nozione di accoppiamento strutturale dal punto di vista matematico. Sugli aspetti formali non ci soffermeremo in questa sede, ricordando soltanto che è in atto un'intensa ricerca in varie direzioni che include la logica formale, la teoria delle categorie ed alcuni modelli basati sulla sintassi della teoria quantistica. Dal punto di vista concettuale possiamo limitarci a dire che la teoria fornisce gli strumenti per ordinare i sistemi in una "gerarchia di classi di complessità" individuata dal tipo di relazioni con l'ambiente prese in considerazione in ogni modello. È interessante notare che in questo caso non è sempre possibile ordinare i vari modelli in una sequenza regolata dall'operatore "è più forte di", e che modelli diversi hanno potenzialità descrittive diverse e complementari, cosa che ha portato naturalmente all'uso di un principio di indeterminazione generalizzato tra modelli (Volkenshtein). Nella teoria giocano un ruolo chiave i cosiddetti indici di apertura logica, che individuano la complessità informazionale delle relazioni sistema-ambiente. Sistemi tipicamente a bassa apertura logica sono i sistemi classici dell'intelligenza artificiale, che sono descritti da modelli formali su domini semantici limitati, mentre i processi cognitivi mostrano un'apertura logica altissima, non riconducibile ad un singolo modello formale. Un sistema ad alta apertura logica (tipicamente un organismo bio-



Natura e complessità. L'uragano Linda

logico), non può essere "catturato" da un unico modello formale, ed in particolare da un modello formale con un minor grado di apertura, che al più potrà coglierne soltanto alcuni aspetti. Tutto ciò porta naturalmente ad una sorta di "indcidibilità" formale tra modelli diversi, ed è possibile infatti mostrare che l'apertura logica è l'equivalente dei teoremi di Godel-Turing-Chaitin applicati ai modelli formali di sistemi complessi. La visione della complessità che deriva da questa impostazione teorica va in direzione radicalmente diversa da quella delle tradizionali "teorie del tutto" della fisica. Infatti in queste ultime la ricerca va in direzione di un modello unificato delle diverse teorie fisiche in una struttura coerente ed indipendente dalla descrizione dell'osservatore, mentre nelle teorie dell'organizzazione e della complessità l'accento è posto sulla triade osservatore-sistema-ambiente. In altre parole, l'impostazione delle teorie del tutto è fondamentalmente quella di una "fisica delle leggi", mentre lo scenario dell'apertura logica è soprattutto una "scienza del processo e dei vincoli".

Nella concezione tradizionale dell'epistemologia l'informazione, attraverso una serie univoca di procedimenti, veniva "presa" dal mondo ed andava poi a costituirne una rappresentazione la cui ambizione era quella di essere una "fotografia" del mondo. In un'epistemologia della complessità si ha la situazione esattamente inversa: ogni dominio cognitivo, ad un momento del suo sviluppo, è una rappresentazione del mondo peculiare del sistema ed è entro questa rete semantica che le perturbazioni esterne diventano informazioni ed assu-

mono una valenza significativa. Al posto di una rappresentazione "ultima" troviamo invece una galleria di quadri del mondo, ciascuno diverso dall'altro, con soggetti, colori, prospettive e stili estremamente diversificati: un paradigma "artistico" della conoscenza.

Questi approcci alla complessità possono essere applicati anche alla dinamica interna delle teorie, ed ai loro processi evolutivi, al gioco reciproco dei conflitti ed assestamenti strutturali, permettendo così all'epistemologia di costituirsi come disciplina degli "organismi teorici", capace di coniugare gli strumenti formali per lo studio dei processi di produzione della conoscenza scientifica sia di mantenere il proprio ruolo "meta-teorico", facendo convergere le intuizioni filosofiche sul ruolo dell'osservatore e l'analisi formale della sua attività rappresentazionale. Tutto ciò stabilisce una connessione naturale e profonda tra biologia e cognizione, particolarmente evidente nei recenti studi sulla *embodied cognition* (vedi Cappuccio, 2006; Freitas, Maldonado, Pietrobon, 2006).

Il sistema della scienza- in modo analogo, sotto molti aspetti, al sistema dell'arte (vedi Poli, 2006) - è un sistema ad alta apertura logica, non riconducibile ad un unico schema formale. In particolare, l'osservatore ed il costruttore di modelli sono in modo ovvio, un sistema con un'apertura logica assai più alta di quella del suo "prodotto", e dunque l'attività epistemologica non può prescindere dal prendere in esame, in modo esplicito, il gioco complesso di finalità e ruoli che un modello viene ad avere all'interno della dinamica culturale e sociale in cui si sviluppa ogni impresa scientifica.

#### 5) Stili nella scienza ed ecologia dei saperi

L'esplorazione della dimensione della complessità intesa come recupero del ruolo centrale dell'osservatore non può ridursi semplicemente ad una nuova e diversa concezione della conoscenza. Il rischio che si corre infatti è quello già storicamente attraversato sia dalla cibernetica che dalla teoria dei

sistemi, ossia di essere risolte ad una dimensione appiattita di mere "strategie" ingegneristiche. Avremmo in questo caso una sorta di sottile "rivincita" del pensiero semplice, riduttivo e mutilante, sostenuto non più dal vecchio fondamentalismo epistemologico, ma da una nuova ed articolata logica di dominio e manipolazione in accordo con l'attuale assetto sociale ed economico. In tal modo la Natura e complessità. L'uragano Linda complessità diventerebbe, in un modo sottilmente paradossale, uno strumento di parcellizzazione del mondo ed un epigono "post-moderno" del riduzionismo.

Il punto essenziale è che la complessità non è "li", ma è qualcosa in cui siamo "dentro" e ci riporta a quella radice originaria del processo di conoscenza che è il "dialogo" tra l'osservatore ed i sistemi che esso definisce nella sua esplorazione del mondo. Questo pone naturalmente la questione tra etica e conoscenza come nucleo centrale di una nuova epistemologia della complessità. Se nelle impostazioni tradizionali infatti l'espulsione del soggetto portava inevitabilmente con sé una separazione tra scienza, intesa come luogo dei fatti, ed etica, considerata come dibattito sui giudizi morali e di valore, la centralità ed il ruolo attivo dell'osservatore impongono di riconsiderare anche questo aspetto delle dicotomie ereditate come deriva dei dualismi precedenti.

L'accento sul nuovo ruolo attivo dell'osservatore come rilevatore di complessità - o potremmo anche dire come complessità che osserva e descrive se stessa - implica la necessità di prendere in considerazione esplicita le motivazioni e le finalità che hanno fatto da sottodominante allo sviluppo delle imprese scientifiche. La visione della scienza come gestione dinamica di modelli porta naturalmente ad includere nell'attività scientifica una dimensione di auto-descrizione critica che si realizza pienamente nello sviluppo di una concezione

"etica" della propria attività. In altre parole, ogni attività scientifica, lungi dall'essere "asettica", nasce già con una serie di assunzioni meta-teoriche che ne regolano non soltanto la filosofia interna ed il rapporto con le altre teorie, ma ne guidano anche la vita sociale ed il destino "ideologico". Questo, ancora una volta, non significa in alcun modo negare validità alle procedure scientifiche, ma riconoscere che la scelta tra una descrizione del mondo ed un'altra contiene in sé elementi che non riguardano soltanto la "prassi" scientifica, ma piuttosto il suo background filosofico e sociale. In questo senso il termine "etica" va inteso non puramente come giudizio di valore sull'eventuale impatto sociale dell'impresa scientifica, ma come una forma di emergenza dal tessuto stesso del sistema di produzione scientifica che regola il rapporto della scienza con le forze produttive e, non ultimo, con l'immaginario collettivo ed il consumo culturale (Cini). L'etica scientifica non è dunque, in un'ottica di complessità, "semplicemente" una valutazione a posteriori dei contenuti e dei "fatti" della scienza, ma più in generale il sistema di gestione delle risorse culturali che emerge all'interno di ogni rappresentazione del mondo e che viene codificato nelle scelte teoriche operate.

In questo senso la nuova epistemologia è chiamata ad una diversa consapevolezza dell'attività scientifica e non limitarsi a definire criteri di scientificità, ma, conseguentemente con la visione "artigianale" del prodotto scientifico, a configurarsi come analisi critica della pluralità di stili e tendenze nella scienza. Si delinea così un compito per l'epistemologia che la definisce come attività che coniuga strumenti formali e analisi meta-teoriche per esplorare il dominio cognitivo di una teoria e studiare l'articolazione dialogica ed il gioco di convergenze ed interferenze all'interno dell'irriducibile complessità dell'ecologia dei saperi.

#### Nota bibliografica

- Nils A. Baas & Claus Emmeche, *On Emergence and Explanation*, in *Intellectica* 2, 25, 67-83, 1997  
 Ludwig von Bertalanffy, *Teoria generale dei sistemi*, Mondadori, Milano, 2004  
 David Bloor, *Knowledge and Social Imaginery*, Chicago Univ. Press, 1976  
 Massimiliano Cappuccio (a cura di), *Neurofenomenologia. Le scienze della mente e la sfida dell'esperienza cosciente*, Bruno Mondadori Ed., Milano, 2006  
 Marcello Cini, *Un paradiso perduto*, Feltrinelli, Milano, 1998  
 Marcello Cini, *Il supermarket di Prometeo. La scienza nell'era dell'economia della conoscenza*, Codice edizioni, Torino, 2006  
 F. Conway & J. Siegelman, *L'eroe oscuro dell'età dell'informazione. Alla ricerca di Norbert Wiener, il padre della cibernetica*, Codice Ed., Torino, 2005  
 Renan S. Freitas, Mauro Maldonato, Ricardo Pietrobon, *Ricerca sulla ricerca. Verso una fondazione teoretica*, in *Dedalus*, 1, 56-62, 2006  
 Steven Heims, *I cibernetici. Un gruppo e un'idea*, Ed. Riuniti, Roma, 1997  
 Ignazio Licata, *Physics and Logical Openness in Cognitive Models*, e.print in <http://arxiv.org/abs/nlin/0703066>  
 Ignazio Licata, *Comunicazione, Emergenza, Apertura Logica*, in *Giornale Storico del Centro Studi di Psicologia e Letteratura*, 4, 41-73, 2007  
 Humberto Maturana & Francisco Varela, *L'albero della conoscenza*, Garzanti, Milano, 1987  
 Gianfranco Minati, Maria P. Penna, Eliano Pessa, *Thermodynamic and Logical Openness in General Systems*, in *Syst. Res. And Beh.Sci.*, 15, 3, 131-145, 1998  
 Francesco Poli, *Il sistema dell'arte contemporanea. Produzione artistica, mercato, musei*, Laterza, Bari, 2006  
 Mark C. Taylor, *Il momento della complessità. L'emergere di una cultura a rete*, Codice Ed., Torino, 2005  
 F. Varela, E. Thompson, E. Rosch, *La via di mezzo della conoscenza*, Feltrinelli edizioni, Milano, 1992

**Ignazio Licata** è un fisico teorico ed epistemologo. Ha studiato con D. Bohm, J. P. Vigièr, A. Salam e G. Arcidiacono. I suoi interessi principali sono i fondamenti della meccanica quantistica, la teoria dei campi, la struttura dello spazio-tempo sulla scala di Planck, gli approcci gruppi in cosmologia quantistica, la teoria dei sistemi e l'epistemologia costruttivista, il ruolo della computazione nei sistemi fisici e biologici. Ha scritto il libro *Osservando la Sfinge. La realtà Virtuale della Fisica Quantistica*, (1a ed. 1992, 2a edizione 2003, Di Renzo Editore, Roma), ed ha curato le antologie *Informazione & Complessità* (Andromeda, Bologna, 1998), *Majorana Legacy in Contemporary Physics* (EJTP/Di Renzo, 2006); *Physics of Emergence and Organization* (EJTP/World Scientific, in press). Membro di numerose istituzioni scientifiche, come la NY Academy of Sciences, l'International Society of Systems Sciences (ISSS), l'Associazione Italiana Ricerche Sistemiche (AIRS). È editor delle riviste *Electronic Journal of Theoretical Physics* (EJTP) e *Quantum BioSystems*. In 1998 ha fondato l'IxtuCyber for Complex Systems il cui progetto è confluito nelle recente costituzione dell'ISEM, Institute For Scientific Methodology, un progetto sostenuto dal CNR e dall'Università di Palermo con la partecipazione della Confindustria, dedicato allo studio della complessità ed all'analisi dei processi di produzione e comunicazione della conoscenza scientifica.