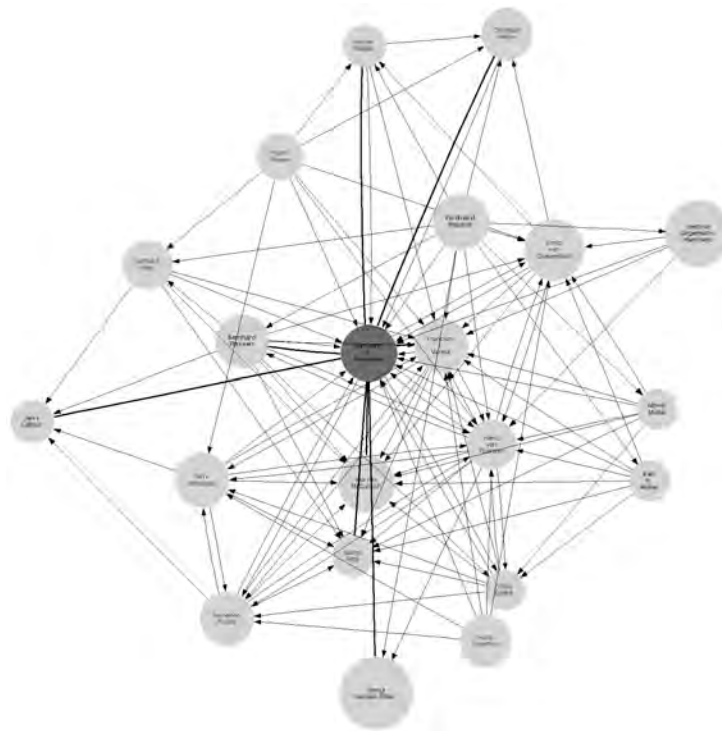




Le emergenze della complessità

Vedere la complessità significa costruire uno spazio aperto transdisciplinare dove idee, concetti, metodi e stili si incrociano per descrivere e gestire le emergenze della conoscenza. Le teorie stesse sono dunque ponti emergenti tra l'osservatore e il mondo.

Da questa prospettiva, compito cognitivo e responsabilità etica della descrizione del mondo si scoprono aspetti inscindibili di un unico atto epistemico. Attraverso il contributo offerto dall'ISEM (Institute for Scientific Methodology) di Palermo, scopriamo nuovi orizzonti di ricerca nel campo della complessità, e delle sue ricadute metodologiche.



in collaborazione con l'ISEM di Palermo

con interventi di

Franco Carlini, Marcello Cini, Martino Incarbone

Ignazio Licata, Gianfranco Minati

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-mediale.

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 asseriti 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.

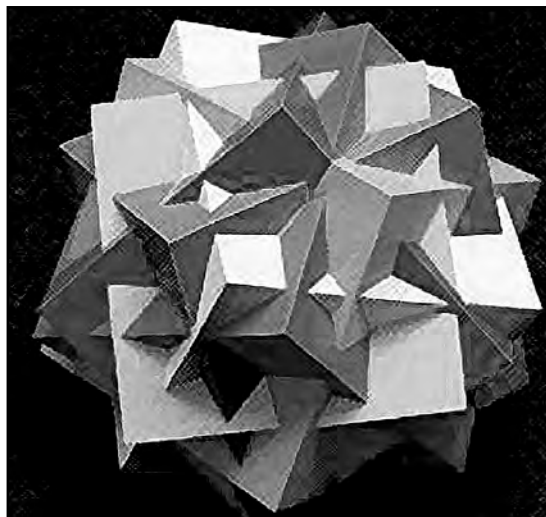
I sistemi autopoietici sono in continua relazione dinamica con l'ambiente circostante tramite interazioni ricorrenti e perturbazioni, un procedere "fianco a fianco" che è detto accoppiamento strutturale. È importante sottolineare la differenza con il modello di von Neumann: in quel caso l'ambiente forniva 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 assumono 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.

La complessità in gioco

L'ISEM E L'EPISTEMOLOGIA SISTEMICA

Intervista a
IGNAZIO LICATA

Sorge nell'affascinante scenario di Villa dei Principi a Bagheria l'Institute for Scientific Methodology, il nuovo centro inter-disciplinare siciliano dedicato allo studio della complessità e dell'emergenza. Ne parliamo con il direttore scientifico, il fisico teorico Ignazio Licata, che ci racconta origine e vocazione del progetto.

[Dedalus] *Ci racconti come questo progetto è legato al tuo percorso di ricerca? In particolare vorrei sapere che collegamento c'è con un'area di cui ti sei occupato a lungo come i fondamenti della fisica quantistica.*

[Ignazio Licata] Sono un fisico teorico e dunque, come mi dicono scherzando alcuni amici non-fisici, sono afflitto dal tipico "imperialismo" dei fisici, che sarebbe poi il voler "invadere" i campi altrui! In realtà, anche al di là delle fortissime tensioni inter-disciplinari che caratterizzano la scienza oggi, la fisica teorica ha mostrato sempre vitalità proprio quando si è occupata di problemi che sorgono sul confine frattale di due ottiche disciplinari. Tutta la storia delle teorie unificate può essere vista in questo modo, ma ci sono anche altri esempi. Qui mi limito a ricordare l'incontro tra le reti neurali ed i vetri di spin nell'ormai classico lavoro di Hopfield dell'1982. Posso anche fare appello ad un dato: il maggior numero di articoli sulle riviste di fisica oggi non riguardano più le particelle e la cosmologia, ma il cervello e le proteine. Venendo al mio percorso, il lavoro sulla teoria di Bohm ha avuto durature conseguenze epistemologiche. E' un caso esemplare per comprendere a fondo come una teoria può essere non soltanto "letta" ma anche sviluppata ed usata in direzioni diverse a seconda dell'interpretazione adottata, e questo in senso anche molto concreto che si riflette direttamente nell'ambito sperimentale, ad esempio il *quantum computing*. In altre parole, la comprensione profonda di ciò che avviene sul "territorio" della scienza implica l'adozione di una pluralità di "mappe" meta-teoriche e dunque di un'autentica sensibilità epistemologica.

Infatti mi sono sempre chiesto qual è, al di là delle dichiarazioni ufficiali, il reale impatto del dibattito epistemologico sull'attività degli scienziati.

Se concepiamo l'epistemologia in modo tradizionale, come un insieme di prescrizioni, bisogna ammettere che lo scienziato in genere non ritiene che questi temi abbiano a che fare realisticamente con il suo lavoro. Parliamo di quella che potremmo definire epistemologia *top-down*. Se partiamo invece da una visione dell'epistemologia *bottom-up*, come la consapevolezza critica della propria "cassetta degli attrezzi", per usare un'espressione di Feynman, allora l'epistemologia è sempre stata un elemento fondante e centrale del lavoro scientifico. Ogni problema infatti richiede un approccio globale che raramente può ridursi a considerazioni meramente formali o di laboratorio. La scelta di un "pezzo di mondo" sul quale indagare, ed il tipo di risposte che vogliamo ottenere, tutto ciò è già "carico" di epistemologia. Di più, una teoria spesso nasce già con una vocazione culturale e sociale connessa al tipo di immagine del mondo che propone. In questo senso più profondo, ogni attività scientifi-

ca, ed ogni gruppo di ricerca, è - in un senso piuttosto "politico" - un insieme, più o meno dichiarato, di scelte epistemiche. Ogni teoria scientifica ha un dominio cognitivo.

E veniamo al collegamento tra il progetto dell'ISEM e la cultura sistemico-cibernetica e l'epistemologia costruttivista...

L'idea essenziale del costruttivismo e dell'approccio sistemico-cibernetico è che ogni epistemologia, per quanto possa anche presentarsi con ambizioni ontologiche "forti", è di tipo *bottom-up*. E' centrata dunque sulla nostra attività di osservatori e costruttori di modelli spinti da un gioco complesso di scelte e finalità che rimandano da un lato alla bio-logica della cognizione, dall'altro al nostro essere sociale. Oggi i termini "teoria dei sistemi" e "cibernetica" sono piuttosto screditati per due motivi opposti: un uso improprio ed eccessivamente generico dell'approccio ed una serie storica di "contrazioni" di sapore ingegneristico che ne hanno diminuito la portata culturale. Fortunatamente il dibattito ha ripreso vita con il lavoro di Maturana e Varela sulla teoria dell'autopoiesi, che è un esempio brillante di ciò che dicevamo prima: una posizione epistemologica che genera al suo interno una teoria completa dei rapporti tra vita e cognizione. E' interessante notare il ruolo culturale delle etichette. Marvin Minsky ha dichiarato spesso che avrebbe di gran lunga preferito "scienze cognitive" a "intelligenza artificiale", ma nel primo caso non sarebbe riuscito probabilmente a mobilitare le risorse (e le aspettative!) necessarie. Maturana una volta mi confidò che uno dei suoi problemi all'inizio, da cibernetico, era quello di evitare il termine "cibernetica"! Sicuramente nella filosofia del nuovo istituto è confluita la mia frequentazione con queste idee e la lunga collaborazione con il Santa Fé Institute, La London School of Economics ed in particolare gli amici sistemici, come Gianfranco Minati, presidente dell'AIRES (Associazione italiana ricerche sistemiche).

Qual è il vostro approccio alla complessità?

Oggi c'è il rischio che la complessità, paradossalmente, diventi un termine-totem onnicomprensivo, una forma di "neo-riduzionismo" e dunque uno slogan vuoto. Il problema centrale è che la complessità è la dimensione originaria del rapporto osservatore-sistema, ed in un senso molto più radicale di quanto non sia inteso in fisica quantistica, dove l'osservatore è già altamente formalizzato, o nelle dinamiche non-lineari, dove troviamo complessità computazionale. Prima di una scelta osservazionale non c'è sistema. Dopo una scelta abbiamo definito un confine arbitrario tra il sistema ed il mondo. Questo significa che abbiamo di fatto operato una riduzione di complessità per trarre l'informazione su cui costruiremo il nostro modello. E' possibile dare una versione formale piuttosto sofisticata di questo processo che è confluita nella teoria dell'apertura logica, sviluppata riflettendo sui limiti dell'intelligenza artificiale e di certi modelli bio-matematici. In sintesi, ogni modello può essere inquadrato in una "gerarchia di complessità" sulla base delle scelte operate dall'osservatore nella costruzione del modello, e caratterizzato con un opportuno "indice di apertura logica". Ad esempio i modelli tradizionali dell'IA hanno un basso grado di apertu-

ra logica ed infatti funzionano all'interno di domini semantici molto ristretti, come gli scacchi. Altri modelli basati sugli agenti autonomi o sulle reti neurali sono più articolati ed hanno una maggiore plausibilità biologica. Non si tratta di teorie "rivali", ma di scelte diverse, e spesso complementari, sulla scelta operata sul grado di apertura logica del sistema che si vuole descrivere. Un risultato interessante è che più è alto il grado di apertura logica, cioè più è ambiziosa la teoria nel voler descrivere le inter-relazioni tra il sistema e l'ambiente, meno è possibile "comprimerla" in un singolo modello formale. L'osservatore è così incluso nella teoria con il ruolo centrale di gestore dinamico di modelli. La complessità è un prezzo da pagare per ogni scelta descrittiva, ed il grado di apertura logica, in un certo senso, misura questo prezzo.

Questo suona molto simile ai risultati di Gödel-Turing. Che rapporto c'è con la questione della computazione?

Infatti la teoria dell'apertura logica può essere considerata il corrispettivo dei teoremi "limitativi" di Gödel-Turing applicata ai modelli formali dei sistemi. In generale il rapporto tra apertura logica e computazione può essere sintetizzato dicendo che più un sistema ha bassa apertura logica più è "comprimibile" in un modello algoritmico. In un sistema ad altissima apertura logica come la mente umana, invece, bisogna ricorrere ad una pluralità di approcci diversi, ed ogni tentativo algoritmico, per quanto utile e suggestivo, deve essere considerato come una "sezione" limitata di un singolo aspetto della complessità originaria del sistema. La cosa importante è che tutto ciò è legato ai processi di emergenza intrinseca. Per usare un termine caro a Maturana e Varela, nel corso del suo accoppiamento strutturale con l'ambiente, in un sistema ad alta apertura logica si ha un processo continuo di assestamenti di livelli gerarchici, transizioni da un parametro ordinatore ad un altro, modifiche del dominio informativo e delle sue soglie critiche. Questo porta all'emergenza di nuovi codici e dunque ai limiti della teoria della computazione tradizionale nei sistemi cognitivi e biologici, che infatti non rientrano nella giurisdizione della diagonalizzazione di Cantor e nei limiti dell'halting problem. Per questi sistemi si sta sviluppando una nuova teoria, ancora in fase embrionale, che è la teoria della computazione bio-morfa. Non possiamo costruire una "teoria del tutto" dei sistemi complessi perché un sistema ad altissima apertura logica mostra aspetti di emergenza intrinseca che non possono essere "catturati" da un unico modello teorico. Se pensi alla visione di Gregory Chaitin della matematica come sistema aperto, ecco che il legame con i teoremi di Gödel-Turing diventa evidente.

Come nasce ISEM e che obiettivi si propone?

Come tutte le emergenze, nasce in modo imprevedibile e casuale, ma dall'incontro di percorsi ben radicati. Con il chimico Mario Magliaro, un esperto di nuovi materiali e nanotecnologie, abbiamo scoperto di avere in comune una passione per le transizioni di fase, Feyerabend e per il famoso libro di Robert Pirsig, *Lo Zen e l'arte della manutenzione della motocicletta*. E naturalmente una certa dose di incoscienza. Da qui l'idea di un centro dove studiosi di provenienze diverse potessero fare il punto sui processi di crossing disciplinare che caratterizzano gli aspetti più vitali della ricerca contemporanea. Vorrei sottolineare che un conto è parlare di inter e trans disciplinarietà, un conto è praticarla davvero. Ogni studioso ha nella sua formazione un "nucleo" forte e spesso non esplicito, di posizioni, convinzioni, approcci metodologici. Rimetterli in discussione in un circolo che si vorrebbe virtuoso non è facile! Naturalmente questo è possibile soltanto se il Centro mantie-

ne un rapporto "vivo" con la ricerca di base ed applicata, altrimenti si rischia di lavorare su materiale "archeologico". La particolare natura del consorzio su cui ISEM è centrato- CNR, Università di Palermo e Confindustria- ci permette di tenere alto il livello di attenzione sia sul fronte della ricerca che su quello della formazione. In particolare il ruolo della Confindustria è un indicatore attivo di una delle nostre preoccupazioni, ossia il dialogo tra i ricercatori ed i *policy makers*. Una volta, durante la polemica che Sciascia ebbe con Amaldi e Segre a ridosso dell'uscita del pamphlet sulla scomparsa di Majorana, il grande illuminista di Racalmuto scrisse- credo su *La Stampa* del 24 dicembre 1975- che *viviamo come cani per colpa della scienza*. Una frase forte ma che contiene un *quantum veritatis*: si vive come cani se la scienza la si subisce. Bisogna conoscerla per prendere decisioni difficili in un mondo complesso. Decodificare posizioni, stili e miti della ricerca, denunciare gli atteggiamenti auto-referenziali. Questo presuppone un rapporto diverso e più articolato tra scienza, società e politica all'interno di una nuova ecologia dei saperi.

Mi hai raccontato la storia di una "e" scomparsa...

All'inizio il nome dell'istituto era Institute for Scientific Ethics and Methodology. Poi, per qualche oscura ragione burocratica, il comitato del CNR che pianifica i nuovi istituti ha cancellato "Ethics", che è rimasta però nell'acronimo e soprattutto nello spirito del nuovo istituto. Il termine è per noi strettamente connesso al ruolo centrale dell'osservatore e costruttore di modelli ed alla necessità di prendere in considerazione le ragioni meta-teoriche che lo guidano nella sua attività, i contesti della scienza. Più concretamente c'è il bisogno di sviluppare modelli d'impatto dell'attività scientifica sulla società, tenendo in conto anche i parametri culturali ed economici dentro cui la scienza si fa effettivamente. Intendiamo l'"etica" dunque come lo studio dei comportamenti emergenti che regolano il rapporto tra i sistemi della ricerca ed il più vasto ambiente in cui sono immersi e dal quale traggono, in ogni senso, nutrimento. Tutto ciò è connesso anche ai temi della complessità aziendale e dei modelli economici. Questo è un campo in cui si possono dire e fare cose effimere- come la dichiarazione di qualche anno fa di Chris Langton di poter predire l'andamento dei mercati!- oppure che va dritto al cuore di uno dei problemi vitali del rapporto scienza-società, ossia la gestione delle risorse nei sistemi complessi, lo sviluppo sostenibile, ed il ciclo di vita della conoscenza. Quest'ultimo è un argomento di cui mi sto occupando da qualche anno utilizzando la teoria delle reti complesse. Ormai non si tratta più di discutere astrattamente dell'impatto della scienza sul nostro modo di vivere, ma di valutare attraverso quali processi diffusivi e quali modalità sarebbe desiderabile che i risultati dell'attività scientifica confluiscano nella vita della gente.

Ritieni che i modelli attuali di comunicazione della scienza siano efficaci?

Absolutamente no. Sin dall'inizio abbiamo pensato di coniugare l'analisi dei processi di produzione della scienza con una riflessione sulle forme di comunicazione. Il modello retorico della divulgazione è ampiamente insufficiente e con lui i più recenti meccanismi di spettacolarizzazione con cui la scienza è entrata nel circuito del consumo culturale. Non soltanto infatti questa informazione è generica ed imprecisa- pensiamo ad esempio ai modi di presentare la fisica quantistica, fermi al gatto di Schrodinger e ai suoi "paradossi"-, ma più spesso è anche volutamente parziale. Oggi certa comunicazione ha la funzione pervasiva di un moderno ipse dixit. In genere funzio-

na così: un guru riconosciuto scrive un libro o partecipa ad un Festival ed indica una teoria come buona, giusta e vincente. Fornisce al pubblico una descrizione immaginifica del nuovo scenario- per comprenderlo realmente sarebbe necessario invece spiegare da quali problemi è sorto, e quali teorie concorrenti o alternative esistono-, ed in questo modo si raggiungono due obiettivi: la conquista del consenso ed il messaggio trasversale al resto della comunità, del tipo "o ti adegui o sei fuori". Consideriamo ad esempio un libro come *l'Universo elegante* di Brian Greene. E' un libro di grande suggestione che riflette l'eleganza matematica della teoria, ma soltanto nell'ultimo capitolo, e di sfuggita, si accenna ai grossi problemi irrisolti della teoria. Un testo sicuramente meno famoso è quello di Peter Woit, *Neanche sbagliata*, in corso di pubblicazione presso Codice. Woit, da serissimo teorico della teoria quantistica dei campi qual è, smonta criticamente molte ambizioni degli stringhisti. Personalmente trovo il libro di Woit più utile di quello di Greene, ma il maggior successo di quest'ultimo porta inevitabilmente la gente a farsi l'idea di Woit come una sorta di "eretico". E questo influenza anche le scelte dei giovani studiosi. In tal modo si innescano meccanismi auto-referenziali nelle tendenze della ricerca. Un altro caso esemplare sono le prime dichiarazioni iperboliche sulla "decodifica del genoma". Del resto la logica dei Festival e della divulgazione spettacolare produce forse risultati in termini di pubblico, ma se analizziamo le statistiche non mi sembra che il numero di studenti delle facoltà scientifiche sia influenzato da queste iniziative, anzi siamo in una fase decisamente regressiva. Bisogna puntare sui problemi, ed educare i giovani a riconoscerli, approfondirli, insegnare loro a "smontare" le teorie. Diceva saggiamente Bohr che i grandi problemi restano, le risposte- soprattutto se d'occasione e di tendenza- passano.

Qual è il rapporto di ISEM con il territorio?

Sappiamo di aver accettato una sfida difficile, sotto molti punti di vista. A Catania la collaborazione tra università e privati ha permesso lo sviluppo di quella che ormai è chiamata *Etna Valley*. Palermo è ancora un potenziale largamente inespresso, che riposa su una grande eredità storica. Non dimentichiamo la stagione culturale del Circolo Matematico di Palermo, i cui *Rendiconti* furono tra fine '800 ed inizi '900 una delle principali pubblicazioni matematiche del mondo. O in tempi più recenti la formidabile sequenza di nomi che hanno insegnato e lavorato a Palermo, da Emilio Segre a Lucio Lombardo Radice. Figure come il geochimico Marcello Carapezza, cui è intitolata una serie di seminari all'ISEM organizzati da Mario Pagliaro, ed il biologo Alberto Monroy hanno creato a Palermo brillanti scuole scientifiche e posto le basi per un dialogo culturale tra studiosi di formazioni diverse. Il nostro obiettivo è anche quello di riprendere e continuare questa tradizione e creare nuove occasioni di collaborazione tra università, CNR e industria. Inoltre, consapevoli di vivere in un territorio "difficile", siamo convinti che una proposta culturale forte possa costituire un contributo contro le derive di legalità che minacciano la ricerca come ogni altro ambito della società civile, questione di cui in genere si parla poco. Abbiamo in programma alcune iniziative in questa direzione. E' stata dunque una grande gioia per noi vedere quanti amici e colleghi hanno risposto all'appello per la costituzione dell'Advisory Board: David Aynir, Marcello Cini, Liane Gabora, Jean Marc Levy Leblond, Gianfranco Minati, Gloria Origgi, Eliano Pessa, Nicla Vassallo.

Quali iniziative sono già in programma?

Il Master "Paul K. Feyerabend" ha già ricevuto numero adesioni e partirà ad ottobre. Stiamo organizzando dei seminari

con il "cattivo maestro" Marcello Cini e con Nicla Vassallo. Per i convegni "Focus" abbiamo previsto due appuntamenti importanti, uno dedicato alla struttura dello spazio-tempo sulla scala di Planck ed un altro sulle nanotecnologie. Un appuntamento importante è poi la cerimonia annuale per il *Majorana Prize*, organizzata in collaborazione con *l'Electronic Journal of Theoretical Physics* di cui sono co-editor. E come sai, uno dei progetti che più mi sta a cuore è un incontro sulla Neurofenomenologia con voi di Dedalus.

L'idea di intitolare il Master a Feyerabend ha un intento polemico?

Chi ha letto con attenzione i lavori di Paul Feyerabend, ed ha anche avuto il piacere di conoscerlo personalmente, sa bene che il suo "anarchismo metodologico" è stato sempre assai più rigoroso dell'immagine che solitamente se ne offre. Negli ultimi anni stava preparando un libro dove avrebbe corretto certe interpretazioni del suo lavoro, ma purtroppo la morte ha impedito che questo progetto, a cui lui teneva molto, potesse vedere la luce. Bisogna ricordare che le sue provocazioni si inserivano in un contesto, quello anglo-americano, dove la cultura scientifica è più radicata e solida che da noi, e dunque molto più in grado di assimilarne le suggestioni senza rischiare reazioni visceralmente anti-scientifiche. Il famoso *anything goes* non è mai stato, come a volte si dice, un'equivalenza tra scienza e non-scienza, ma il bisogno di distinguere tra le vicende intricate dell'impresa scientifica e la loro rappresentazione razionale costruita a posteriori. Inoltre Feyerabend è stato uno dei primi, con la sua scrittura paradossale e provocatoria, a porre efficacemente il problema del decision making nelle società tecnologicamente avanzate in cui si ripropone continuamente una situazione di squilibrio tra il sistema della scienza ed i meccanismi decisionali della democrazia.

Che mi dici del logo dell'ISEM, "Twistors"?

E' un lavoro di Teresa Iaria che ho visto quest'anno ad "Artissima" a Torino e l'ho subito adottato. Oggi si fa un gran parlare del rapporto tra scienza ed arte, in genere in modo piuttosto banale. Nella maggior parte dei casi è un matrimonio forzato che nasce all'interno del carrozzone della scienza- spettacolo di cui abbiamo discusso. L'arte ispirata alla scienza non dovrebbe essere una mera rappresentazione dei concetti scientifici- pensiamo ad esempio ai famigerati frattali colorati!-, proprio come la scienza non è in alcun modo una "fotografia" della realtà. Il vero punto di contatto tra scienza ed arte è che sono espressioni profonde della nostra attività cognitiva, del bisogno di dare una forma all'esperienza. Si tratta di approcci diversi che devono rivendicare la loro autonomia e non appiattirsi in una simbiosi didascalica. Per usare un'efficace espressione dell'artista "guardarsi da sponde opposte". In "Twistors" la risonanza gioiosa tra un concetto della fisica teorica più "ardua" ed una trotola infantile rende benissimo l'idea dei "creatori di mondi" e fissa in modo inequivocabile lo spirito e la vocazione del nuovo istituto.

Una tua immagine finale sulle necessità della ricerca scientifica.

Meno dichiarazioni faustiane e titaniche e più artigianato. E' necessario, per citare la bellissima lezione inaugurale di Jean Marc Levy Leblond, *Re-mettere la Scienze en Culture*, con tutte le sfumature irriducibili ed "incomputabili" dell'espressione. Meno Achab e più Ismaele.

ISEM

Institute for Scientific Methodology

L'Isem (Institute for scientific methodology) nasce come luogo di riflessione critica e di formazione sui processi di produzione e comunicazione della scienza contemporanea. Il suo obiettivo è quello di sviluppare una visione sistemica meta-disciplinare che favorisca l'affrancamento da una concezione rigida, lineare e piramidale del processo di produzione scientifica, che recuperi e valorizzi pienamente il ruolo del ricercatore come costruttore e gestore dinamico di modelli negli scenari post-industriali delle relazioni tra scienza, tecnologia e società. In questo modo la questione metodologica si collega direttamente al ruolo culturale e sociale dell'impresa scientifica ed alla necessità di una valutazione globale del valore e dell'impatto della produzione di conoscenza scientifica. La nuova necessità della formazione e di un *feedback* costante con le realtà politiche e sociali che alimentano la scienza porta naturalmente ad un bisogno nuovo di comunicazione scientifica, ispirato non più al modello retorico della divulgazione, ma alla necessità di un'informazione critica e pertinente sui grandi temi della ricerca e sul loro impatto sociale a medio e lungo termine.

Formazione - Master "Paul K. Feyerabend"

L'Istituto condurrà il Master annuale di alta formazione sulla metodologia della ricerca scientifica "Paul K. Feyerabend" rivolto a corsisti selezionati a livello internazionale fra laureati e ricercatori di tutte le discipline scientifiche. I corsi si svolgeranno nei pressi di Palermo, a Bagheria, nella splendida sede di Villa Cattolica, già sede permanente del Museo "Guttuso". Il Master inizia a gennaio e dura fino a giugno. Le lezioni saranno condotte interamente in lingua inglese da docenti scelti fra alcuni dei migliori ricercatori internazionali. I temi chiave del Master saranno l'epistemologia, i processi di produzione e comunicazione della conoscenza ed il quality management nella ricerca scientifica.

Majorana Prize

L'Isem, in collaborazione con l'*Electronic Journal of Theoretical Physics*, sarà sede della cerimonia per l'assegnazione della Majorana Medal per la categoria Best Person in Physics.

Convegni "Focus"

L'Isem curerà la promozione di corsi e convegni "focus" sui temi caldi della ricerca scientifica, da quelli più specificamente teorici che coinvolgono temi di vasto impatto culturale (come le teorie unificate, la genomica e le teorie della mente) a quelli di interesse più direttamente tecnologico-produttivo, con particolare riguardo ad aree inter-disciplina-

ri (nuovi materiali, bio- informatica, nano tecnologie, quantum computing, information technology).

Ricerca

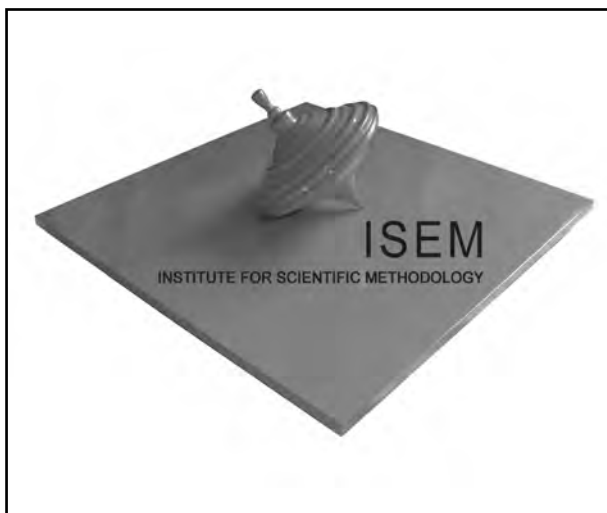
Accanto alle attività formative, l'Istituto opererà attività di ricerca di frontiera in chimica e in fisica teorica. In chimica, nel segno della versatilità con cui il Laboratorio diretto da Mario Pagliaro al Cnr di Palermo si è distinto negli ultimi cinque anni fra i principali gruppi di ricerca internazionali con decine di lavori scientifici riguardanti i più svariati campi (dalla catalisi alla sensoristica; dalla scienza dei materiali alle sostanze rinnovabili; dalla fotochimica alla sintesi) condotti in collaborazione con ricercatori di 11 Paesi. In fisica teorica, modelli matematici in biologia teorica ed epistemologia cognitiva con la guida di Ignazio Licata, full professor di fisica teorica negli Stati Uniti, Palm Harbor, recentemente ritornato in Sicilia. Anche qui le aree privilegiate saranno quelle con forti caratteristiche interdisciplinari: bio e quantum computing, nanotecnologie, sistemi simbolici e sub-simbolici per la rappresentazione della conoscenza, quantum systemics.

Contatti:

mario.pagliaro@ismn.cnr.it
ignazio.licata@ejtp.info

I ricercatori dell'ISEM: Mario Pagliaro

Mario Pagliaro holds a Ph.D. in chemistry from Palermo's University (1998) with a thesis on the "Selective oxidations of carbohydrates" carried out with his two mentors: David Avnir in Jerusalem and Arjan de Nooy in Holland. In 1993 he graduated *cum laude* in chemistry studying one of the first application of fractal geometry to chemistry ("Structural characterization of palladium catalysts supported on silica"). He has studied and worked in Israel, Netherlands, France and Germany and currently collaborates with Rosaria Ciriminna and researchers of eight Countries doing research on new functional materials of scientific and industrial interest. In 2005 he was appointed "Maître de conférences associé" at the France's ENSCM and was invited speaker at the XV edition of the International Symposium on Fine Chemistry and Functional Polymers in Shanghai (Cina). Between 1993 and 1994 he worked in Holland (first at Leiden's Rijks Universiteit and then at the TNO Food Research Institute in Zeist). In 1998 he was at Grenoble's Cnrs with Dr. Michel Vignon, and in 2001 he joined Carsten Bolm at Aachen's Polytechnic. In 2004 and in 2005 he has worked with Joël Moreau and Michel Wong at Montpellier's Ecole Nationale Supérieure de Chimie.



ISEM

Master "Paul K. Feyerabend"

Master & Corsi

- Verso un'Epistemologia della Complessità

Un quadro prospettico delle evoluzioni dell'epistemologia, da discorso normativo "esterno" sulla pratica scientifica a "disciplina", passando per la critica "politica" della scienza. A sinistra e a destra di Popper.

- Informazione, Complessità e Sistemi

Il problema del riduzionismo mono-disciplinare. Dagli Insiemi ai Sistemi: Una Scienza che parla di Scienza, Wiener e Co.- il problema della "falsificabilità" degli approcci metodologici

- Modelli di produzione di conoscenza

Crossing: Mono, multi, inter, trans disciplinare. Il ruolo dell'osservatore nella scienza.

- Apertura Sistemica

Modelli sistemici basati su apertura termodinamica e logica. Teorie e Modelli Isomorfi. Gerarchie modellistiche

- Utilizzo Dinamico dei Modelli (DYSAM)

Il problema della scelta modellistica tra "teoria" e "fenomenologia". Produzione di conoscenza, oggettivismo, costruttivismo. Le Mappe Fuzzy.

- Modelli computazionali ed Emergenza Intrinseca

La conoscenza come "novità" irriducibile. Simulazione e mondi giocattolo- Il ruolo dell'osservatore come rilevatore d'emergenza. Emergenza e Fenomeni Collettivi.

- Sistemi di produzione della conoscenza ed etica

Valori, Valutazioni e Bilancio Etico come fattore di crescita e sviluppo. La conoscenza nella società post- industriale.

- Intelligenza Collettiva

La scienza al tempo di internet, nuovi processi di produzione e comunicazione della scienza. Le riviste on-line. Il Caso di ArXiv.

- Il Laboratorio ed il problema della condivisione delle competenze

Da Gottinga a Los Alamos- La Big- Science- Il ruolo storico dell'Università- Il Modello del CNR- L'Esperienza di Santa Fè.

Strumenti teorici per un'epistemologia sistemica

- Linguaggi Formali, Automi e Modelli

- Teoria classica della computazione

- Teoria dei sistemi dinamici

- Formalismi Quantistici, Sistemi Complessi e Fuzziness

- La Scienza Classica: oggettivismo, riduzionismo e causalità

- Principi Generali della Sistemica

- La nozione classica di Emergenza e l'oggettivismo causale

- Emergenza ed Auto-Organizzazione: Automi Cellulari, Artificial Life, AlChemY (Artificial Chemistry), Algoritmi Genetici, IA Forte, Sistemi Dissipativi, Sinergetica, Connessionismo e Reti Neurali

- Una Teoria Generale dei Sistemi Osservanti: Emergenza e dinamica delle Distinzioni, HyperStructure, Apertura Logica, Quantum Systemics

- Processi Cognitivi e Psicologia Connessionistica

- Ingegnerie della Conoscenza.



26 Marzo 2002. Inaugurazione dell'ISEM con Armando Massarenti e Jean Marc Levy Leblond

La scienza e i suoi valori

Verità, etica, ricerca

MARCELLO CINI

Professore emerito, Università di Roma La Sapienza

1. Conoscenza scientifica e verità

Nonostante gli anni trascorsi dal famoso Convegno di Londra del 1965 di filosofia della scienza nel quale si confrontarono sulla natura della *verità scientifica* i più famosi protagonisti del dibattito epistemologico del Novecento - Thomas Kuhn e Paul Feyerabend, Karl Popper e Imre Lakatos - la questione è oggi sempre più aperta. Dopo avere, infatti, instaurato, nel secolo appena finito, il suo dominio sulla materia inerte, l'uomo si è avviato, nel nuovo secolo, a stabilire il pieno controllo sulla materia vivente e sui suoi stessi fenomeni mentali. È essenziale a questo punto riconoscere che questa svolta cambia profondamente la natura stessa della scienza.

È infatti venuto al pettine clamorosamente il nodo che concettualmente fin da allora contrapponeva chi negava la possibilità di definire un criterio di demarcazione netto fra la scienza e le altre "verità" sulla realtà circostante, e chi, vedendo nella scienza l'unica forma di conoscenza oggettiva e razionale del mondo, cercava di individuare un metodo certo e universale per distinguere da tutte le credenze soggettive e irrazionali di altra natura.

Prima di analizzare meglio la natura di questo nodo alla luce della svolta epocale che stiamo vivendo, vorrei tuttavia riassumere brevemente il mio punto di vista sul complesso rapporto fra l'oggettività del mondo reale nel quale viviamo e la soggettività della rappresentazione che ne diamo come esseri umani in genere e come "scienziati" in particolare. Ho avuto infatti anch'io modo - non come filosofo ma più modestamente come fisico interessato a capire i limiti e le potenzialità conoscitive dell'attività di ricerca mia e dei miei colleghi - di riflettere, scrivendone per più di quarant'anni in numerose occasioni e in vario formato.

Per esempio, nel 1981 scrivevo: "Mi sembra dunque difficile negare che siamo noi, con le nostre scelte soggettive, i nostri schemi concettuali, i nostri criteri di validità e di priorità a costruire - ritagliando pezzi [di realtà] che acquistano significato, individuando elementi che ci appaiono semplici, isolando catene di eventi che secondo una certa ottica si mostrano correlati - gli oggetti della conoscenza all'interno di una realtà che

si presenta a priori come un flusso fenomenico continuo e proteiforme privo di connessioni significative di per sé."

Tredici anni dopo ribadivo: "Se si riconosce, e mi pare che non ci sia altra alternativa, che il metodo universale per arrivare alla "verità" non esiste, il massimo di "oggettività" della conoscenza raggiungibile è assicurato soltanto dal carattere intersoggettivo del giudizio di validità [sulla proposta di innovazione avanzata dal singolo scienziato] pronunciato dai depositari del sapere".

Cerchiamo a questo punto di approfondire meglio la questione. Conviene distinguere, secondo me, le diverse fasi del processo di scoperta/creazione di "verità" nell'ambito della

scienza, facendo anche qualche riferimento a un contesto più vasto. Uso un termine composto per sottolineare il nesso indissolubile tra soggetto e oggetto che il concetto di "verità" implica. Queste fasi sono almeno tre.

La prima è quella del concepimento del nucleo di "verità" che il soggetto intuisce. In questa fase emozione e riferimento ai dati sensoriali (i fatti) si intrecciano indissolubilmente. Chiunque faccia il mio mestiere sa, per averlo provato - nel mio caso pochissime volte, purtroppo - che l'intuizione di un'idea che "funziona" per far tornare certi fatti, produce una emozione fortissima, assente invece quando si tratta di una semplice ipotesi razionale sul come essi potrebbero essere collegati tra loro.

È noto, tanto per fare un esempio, che il chimico Kekulé racconta di aver intuito la struttura ad anello della molecola di benzene avendo sognato un cerchio di ballerine che danzavano tenendosi per mano. La danza fu per il suo inconscio il simbolo di un legame flessibile, regolare e stabile tra gli atomi di carbonio della molecola in questione. C'è forse, in questa fase della formazione di una nuova idea scientifica, un nesso con la creazione artistica. Mi vengono in mente, per restare in tema, i grandi quadri di Matisse in cui la danza diventa simbolo di grazia e di leggerezza depurate da ogni gravame materiale. In sostanza l'invenzione di una metafora appropriata, con la sua ambiguità essenziale, gioca sempre un ruolo fonda-



Hermes e Athena, giustizia e verità

mentale nella formulazione di “verità” individuali.

La seconda fase, spesso indistinguibile dalla prima, ma concettualmente molto diversa, è quella del tentativo di dare all'intuizione una forma capace di comunicarne agli altri la natura della “verità” intuita. Nei grandi scienziati questa forma consiste nell'invenzione di un vero e proprio nuovo linguaggio. Per esempio, il linguaggio inventato dai padri della meccanica quantistica, a partire da Einstein fino a Heisenberg e Schrödinger, rappresenta gli oggetti del mondo atomico come dotati, a seconda del contesto, di proprietà ondulatorie o corpuscolari, che nel mondo macroscopico sarebbero incompatibili. Non è tuttavia questo l'unico linguaggio possibile, anche se è quello di gran lunga più diffuso. Wigner, tanto per fare un nome, ne ha inventato un altro che mette direttamente in evidenza la natura intrinsecamente aleatoria degli eventi quantistici. In modo del tutto analogo i grandi pittori del primo Novecento, uno per tutti Picasso, hanno inventato un linguaggio in cui lo stesso soggetto può essere rappresentato simultaneamente di lato e di fronte: una visione anche questa incompatibile con l'esperienza comune.

So bene che gli scienziati non amano questo genere di paragoni, ma mi sembra necessario insistere sul fatto che ogni rappresentazione della realtà sceglie necessariamente *alcuni* aspetti, ritenuti essenziali, di quella ontologicamente esistente indipendentemente dalla percezione che ne possiamo avere. La differenza dunque fra i linguaggi delle scienze e quelli delle arti, non è che i primi si riducono all'unica “vera” rappresentazione della realtà “così com'è” mentre i secondi sono metafore tutte più o meno accettabili. Le rappresentazioni del mondo sono tutte parziali e ognuna porta l'impronta ineliminabile del soggetto che l'ha concepita e realizzata.

Esiste certamente una differenza fra i linguaggi inventati per comunicare le “verità” scientifiche e quelli che esprimono le “verità” artistiche. Ma la differenza non è dicotomica. C'è un *continuum* che ha ad un estremo la razionalità pura ed all'altro la pura emozione, all'interno del quale ogni linguaggio si colloca più o meno vicino all'uno o all'altro. Chiunque abbia sperimentato, nel corso di una psicanalisi individuale, in che modo si possa arrivare, attraverso il metodo freudiano delle libere associazioni, a stabilire il carattere di “verità” della interpretazione di un determinato sogno, sa bene che questa comprensione è essenzialmente emotiva: in questo caso la parte inconscia dell'individuo crea il sogno e la sua parte conscia ne coglie la “verità”. Comunque, capire una “verità” provoca sempre una emozione. È vero per una dimostrazione matematica come per un quadro.

La terza fase della formulazione di una “verità” scientifica è quella della sua accettazione (o del suo rifiuto) da parte della comunità degli esperti. Questo giudizio di validità si basa su un insieme informale di criteri metateorici che si riferiscono non soltanto alla corroborazione empirica, alla completezza, alla coerenza interna della proposta, ma anche alla sua utilità pratica, alla sua coerenza rispetto alle tradizioni culturali, alla

sua adeguatezza rispetto alle aspettative sociali nei confronti della disciplina e così via.”

In particolare un elemento importante per la comprensione da parte degli “altri” della “verità” scoperta/inventata è anche la “bellezza”. Questo appare ovvio per l'opera d'arte, ma è vero anche per il linguaggio scientifico. Diceva Paul Dirac, uno dei fondatori della formulazione universalmente accettata della meccanica quantistica, che un formalismo matematico “bello” trova sempre, prima o poi, una realtà fisica che gli va a pennello. Ma è vero anche l'inverso. Non c'è dubbio, ad esempio che l'invenzione della prospettiva, concetto geometrico e razionale per eccellenza, caratterizza in modo assolutamente dominante la straordinaria bellezza delle opere di Paolo Uccello e di Piero della Francesca.

2. Dalla scienza della materia inerte a quelle della vita e della mente

Il passaggio dalle scienze della materia inerte a quelle della vita e della mente deve infatti tener conto della differenza tra i principi organizzativi che caratterizzano le due diverse sfere. La logica che tradizionalmente sta dietro ai grandi successi della fisica del Novecento nella interpretazione delle proprietà della materia inerte è riduzionista: dalla conoscenza dei componenti elementari e delle loro interazioni si risale alle proprietà del sistema. Da questo deriva anche che queste proprietà sono indipendenti dal contesto.

È stato tuttavia un Nobel della fisica, Philip Anderson, a mettere in discussione, nel 1972, in un intervento ormai storico molto controverso, il dogma del riduzionismo. “L'ipotesi riduzionista – scrive – non ne implica affatto una ‘costruzionista’: l'abilità di ridurre tutto a leggi semplici fondamentali non implica la capacità di partire da quelle leggi per ricostruire l'universo. Infatti, quanto più i fisici delle particelle elementari ci dicono sulla natura delle leggi fondamentali, tanto meno sembra siano in grado di farlo per i veri

problemi degli altri settori della scienza, e ancor meno su quelli della società. L'ipotesi costruzionista crolla quando si confronta con le difficoltà gemelle della scala e della complessità.” Ne segue che “il comportamento di un aggregato vasto e complesso di ‘entità’ elementari, non può essere compreso in termini di semplice estrapolazione delle proprietà di poche particelle. Perciò, anche se possono esserci suggestive indicazioni sul modo di mettere in relazione un livello con l'altro, è praticamente impossibile dedurre la complessità e la novità che emergono in questo passaggio”.

In contrasto con la chiara presa di posizione di Anderson, viene tuttavia ancora attribuita nella comunità dei fisici una importanza primaria alla ricerca della Legge Fondamentale (la cosiddetta *Teoria del Tutto*) che regolerebbe l'universo intero. Personalmente ritengo che così facendo, la fisica abbia imboccato una strada sterile. Per fortuna sono in buona compagnia. In un libro appena uscito in edizione italiana, intitolato *Un Universo diverso*, il Nobel per la fisica Robert Laughlin, dopo



Marcello Cini

aver definito come “definitivamente infalsificabili”, e quindi “assimilabili ai miti greci della creazione del mondo”, le teorie cosmologiche che parlano dei primi istanti infinitesimi della vita dell’universo dopo il Big Bang, estende il suo giudizio critico alla teoria delle stringhe, che della *Teoria del Tutto* dovrebbe essere la base.

Si tratta della teoria di “un tipo immaginario di materia, costituita da oggetti allungati” che esistono in uno spazio a molte dimensioni (alcuni dicono dieci, altri addirittura ventotto), della cui esistenza non esiste né potrà mai esistere alcuna prova sperimentale. “La teoria - scrive - non ha alcuna utilità pratica, se non quella di sostenere il mito della teoria ultima. Per giunta, la speciale matematica, peraltro bella ed elegante, che la contraddistingue, non permette di calcolare o prevedere più facilmente alcun comportamento sperimentale conosciuto.” “La teoria delle stringhe - conclude - è un bel sistema concettuale che rimarrà all’infinito fuori della nostra portata sperimentale.”

La logica invece che occorre adottare per spiegare le proprietà di un organismo vivente è radicalmente diversa. Essa si fonda su due principi: la dipendenza dal contesto e la dipendenza dalla storia passata. La prima permette all’organismo di dare risposte differenti allo stesso stimolo a seconda delle circostanze nelle quali si trova ad agire: un comportamento che un pezzo di materia inerte non è in grado di avere. La seconda implica che le proprietà di un organismo non sono riducibili alla sua struttura (spiegazione sincronica) ma sono anche frutto di una lunga successione temporale (spiegazione diacronica) di due momenti indipendenti e complementari ma intrecciati che agiscono sull’insieme degli organismi simili vissuti in passato al quale esso appartiene: quello della generazione aleatoria della diversità tra loro e quello della selezione di quelli più compatibili con i vincoli esterni e interni all’insieme ai quali sono sottoposti.

In sostanza si passa da una scienza “galileiana”, tesa a individuare la legge comune che regola fenomeni che appaiono differenti a causa di fattori secondari e contingenti (“diffalcando gli impedimenti” diceva Galileo) a una scienza “darwiniana” (“Non ci sono, per i fenomeni biologici, altre spiegazioni possibili che quelle evolutive”, affermava già una trentina di anni fa il pioniere della biofisica Mario Ageno) che cerca di spiegare come possa avvenire che piccole differenze esterne possano indurre organismi identici a imboccare percorsi spaziali o temporali radicalmente differenti.

3. Barriere che cadono

Il mutamento epistemologico e metodologico legato allo spostamento del baricentro dello sviluppo della scienza dalla sfera della materia inerte a quella della materia vivente è anche alla base dello sgretolamento dei due steccati che tradizionalmente separavano la scienza dalle altre attività sociali

umane: uno separava la scienza (in quanto conoscenza disinteressata della natura ottenuta attraverso la *scoperta*) dalla tecnologia (in quanto utilizzazione pratica dei risultati della prima realizzata attraverso l’*invenzione*), e l’altro separava le attività che si occupano di *fatti* da quelle che si occupano dei *valori* che stanno alla base delle norme (etiche e giuridiche) intese a regolare le finalità e i comportamenti degli individui nei loro rapporti privati e nelle loro azioni sociali.

Per quanto riguarda il primo steccato, il nesso tra la ricerca scientifica “pura”, cioè perseguita al solo scopo di conoscere in modo disinteressato la natura, e l’innovazione tecnologica, stimolata dall’interesse a inventare continuamente nuovi strumenti per soddisfare la domanda di un mercato sempre più esigente e sofisticato. La ragione è semplice: le leggi della natura non si possono brevettare, mentre conoscenza e applicazione si intrecciano nell’individuazione delle modalità che rendono efficace un processo rispetto a un altro apparentemente simile che non lo è.

Anche per quanto riguarda la separazione fra *fatti* e *valori* la svolta ha un effetto dirompente. È ormai esperienza comune che i dibattiti e le polemiche interne alla scienza cominciano a entrare nelle arene del discorso e dell’azione non scientifiche. Le scoperte scientifiche sono messe in discussione, criticate o utilizzate insieme ad altre fonti di conoscenza disponibili da parte di un pubblico sempre più vasto. Una cosa è

infatti manipolare, controllare, forgiare un oggetto fatto di materia inerte e altra cosa è compiere le stesse operazioni su un organismo vivente o addirittura sull’uomo. Nel primo caso il lecito può coincidere con l’utile, nel secondo il lecito dovrebbe per lo meno dipendere anche da una valutazione di natura etica. Dunque anche la seconda separazione tende a svanire: diventa sempre più difficile decontaminare i fatti dai valori ed estirpare gli interessi dalla conoscenza. Le “verità” della scienza e gli “strumenti” della



tecnologia acquistano proprietà che dipendono dal contesto. Nasce il problema del rapporto fra *conoscenza* e *valori*, cioè del nesso fra la ricerca della “verità” e il perseguimento di “retti” comportamenti individuali e collettivi.

Lo sgretolamento di questi due steccati tradizionali va a sua volta collocato, per valutarne appieno le conseguenze sociali, all’interno di un’altra svolta epocale compiuta, al passaggio del secolo, dall’economia capitalistica globalizzata. Vediamo rapidamente di che si tratta.

4. La produzione di merci immateriali

Nella società contemporanea tutto è ormai ridotto a merce. Da questo punto di vista diventa “naturale” attribuire le fattezze di merce a ogni componente - dal singolo gene all’intero organismo - della straordinaria varietà di forme viventi e a ogni manifestazione - dal singolo bit all’opera più monumentale - delle infinite possibili espressioni del pensiero umano.

Nel XX secolo il meccanismo di accumulazione del capitale si è fondato sulla formazione del profitto nel processo di produzione delle merci materiali (molecole) e sull'espansione del loro consumo da parte dei lavoratori stessi (fordismo). Nel XXI secolo il meccanismo di accumulazione del capitale sempre più si fonderà sulla formazione del profitto nella produzione di merci immateriali. La proprietà fondamentale dei beni immateriali è infatti che, a differenza di quelli materiali, la fruizione da parte di un "consumatore" non ne impedisce la fruizione da parte di altri. Anzi, è improprio parlare di consumatori, perché le merci immateriali, in realtà non si "consumano". In un disco non è la plastica che conta, è la canzone che c'è incisa. Ma la canzone non si consuma se io l'ascolto: la possono ascoltare altre milioni di persone.

La riduzione dell'informazione a merce destinata ad essere acquistata e fruita individualmente in esclusiva, è dunque una artificiosa reificazione di un bene che, se è da un lato frutto della creatività individuale di persone eccezionalmente dotate, dall'altro non nasce dal nulla ma trae ispirazione dal patrimonio culturale comune dell'umanità e a sua volta acquista senso soltanto se va ad accrescere questo patrimonio. A conferma della natura prettamente sociale della produzione di conoscenza sta il fatto innegabile che la diffusione della conoscenza è condizione indispensabile per produrne di nuova.

L'avvento dell'economia della conoscenza implica che ogni forma di conoscenza debba acquistare la forma di merce. Dunque anche la scienza, che era la forma di conoscenza del mondo per definizione disinteressata e liberamente a disposizione di tutti, diventa, da bene comune che era, un bene scarso da immettere sul mercato, del quale può fruire soltanto chi ha il denaro per acquistarlo. Questa trasformazione della scienza, tuttavia, non investe soltanto la sfera dell'economia, ma penetra in profondità anche nella sfera dei suoi contenuti, cioè dei concetti utilizzati per rappresentare la realtà e degli obiettivi da perseguire.

Mi spiego meglio. La riduzione a merce di un bene implica sempre che ad esso venga attribuito un valore quantitativo (di scambio), e dunque che di esso venga definita l'unità di misura. Si vede dunque che il riduzionismo epistemologico è il pre-requisito per poter procedere al riduzionismo del mercato. L'esempio più ovvio è ancora una volta il riduzionismo genetico. Soltanto attribuendo a un gene una proprietà specifica indipendente dal contesto (riduzionismo epistemologico) esso può essere privatizzato per mezzo di un brevetto, ed essere immesso sul mercato con un valore determinato. Se invece si riconosce, come dimostrano tra l'altro i recentissimi progressi della genetica, che le proprietà di un gene dipendono dal contesto intracellulare e dai messaggi provenienti dal resto dell'organismo e dal mondo esterno, la pretesa di farne oggetto di "proprietà intellettuale" perde la sua giustificazione "scientifica" e rivela la sua vera natura di appropriazione privata, volgarmente un furto, di un bene comune. È la ripetizione pura e semplice della privatizzazione forzata delle terre comunali nell'Inghilterra del XVII secolo.

5. La crisi della deontologia professionale degli scienziati

Le due svolte che abbiamo discusso hanno anche una

influenza radicale sugli imperativi dell'*ethos* della scienza, che Robert Merton, il fondatore della moderna sociologia della scienza riassumeva con i termini; universalismo comunitarismo, disinteresse e dubbio sistematico.

Abbiamo già discusso in dettaglio la questione delle differenze epistemologiche tra le discipline della materia inerte e quelle della vita e della mente che mettoni in crisi l'imperativo dell'universalismo. Un effetto ancor più drastico hanno i nuovi vincoli che vengono dal tessuto sociale e in particolare dal mercato. Il crescente intreccio tra scienza e tecnologia, ad esempio, mina alla base il principio del disinteresse. Lo sgretolamento della barriera che separava fatti e valori mette in dubbio la possibilità di adottare criteri universali e impersonali nella scelta degli obiettivi della ricerca. Ma è soprattutto l'imperativo del comunitarismo che è brutalmente vanificato dall'appropriazione privata dei risultati della conoscenza attraverso la loro brevettazione. Sempre più spesso accade che, anche nella ricerca fondamentale, prima si brevetta e poi si pubblica. Emblematico è il caso della PCR (Polymerase Chain Reaction), che ha fruttato al suo autore Kary Mullis il premio Nobel, e miliardi di dollari di *royalties* alla Cetus Corporation titolare del relativo brevetto.

In genere si giustifica il brevetto con l'argomento della protezione della "proprietà intellettuale". Scrive tuttavia a questo proposito il noto finanziere George Soros: "L'istituzione di brevetti e diritti di proprietà intellettuale ha contribuito a trasformare l'attività dell'ingegno in un affare, e naturalmente gli affari sono mossi dalla prospettiva del profitto. È lecito affermare che ci si è spinti troppo oltre. I brevetti servono a incoraggiare gli investimenti nella ricerca, ma quando scienza, cultura e arte sono dominate dalla ricerca del profitto, qualcosa va perduto."

In realtà gli interessi che vengono tutelati sono assai più consistenti e potenti di quelli degli scienziati. Dietro la bandiera del riconoscimento della "proprietà intellettuale" ci sono gli interessi delle multinazionali dei farmaci, dell'alimentazione, dell'energia e, non dimentichiamolo, degli armamenti. Una cosa dunque è ricompensare adeguatamente la creatività degli scienziati e altra cosa è riempire le tasche degli azionisti delle imprese per le quali lavorano. Nascondere la seconda dietro la prima è fuorviante e disonesto.

Occorre perciò arrivare a riconoscere che la ricerca in generale, e dunque in particolare anche quella biotecnologica dovrebbe essere gradatamente sottratta al dominio esclusivo del mercato, e sottoposta a vincoli fatti rispettare dalle istituzioni nazionali e sovranazionali. Mi rendo conto di quanto questo obiettivo sia lontano e difficile da raggiungere, se non addirittura utopico.

Tagliare il cordone ombelicale che lega la ricerca alla produzione di conoscenza in forma di merce è comunque, secondo me, la via maestra per garantire la libertà di ricerca. La ragione è semplice. È ancora George Soros a spiegarla: "Il mercato è amorale: permette di agire secondo il proprio interesse, ma non esprime un giudizio morale sull'interesse medesimo... Ma la società non può funzionare senza qualche distinzione tra giusto e sbagliato. Prendere decisioni collettive su cosa

Marcello Cini è uno dei grandi maestri della fisica teorica italiana. Nato a Firenze nel 1923 è professore emerito all'università La Sapienza di Roma. Ha dato contributi fondamentali alla teoria delle particelle ed ai fondamenti della fisica quantistica. Ha partecipato attivamente alle discussioni degli ultimi decenni sulla storia della scienza, i temi epistemologici, la critica della scienza e della sua pretesa neutralità. Collabora al quotidiano "Il manifesto". Tra i suoi libri *L'ape e l'architetto. Paradigmi scientifici e materialismo storico*, Feltrinelli, Milano 1976 (con G. Cicotti, M. de Maria, G. Jona-Lasinio); *Il gioco delle regole*, Feltrinelli, Milano 1982 (con D. Mazzonis); *Un paradiso perduto. Dall'universo delle leggi naturali al mondo dei processi evolutivi*, Feltrinelli, Milano 1994, *Il Supermarket di Prometeo. La scienza nell'era dell'economia della conoscenza*, Codice Edizioni, Torino, 2006. Ha ricevuto il premio Nonino 2004 "A un maestro italiano del nostro tempo".

Giù dalla torre d'avorio

Marcello Cini

IL SUPERMARKET DI PROMETEO

La scienza nell'era dell'economia della conoscenza

Codice Edizioni, 29 euro

a cura di Franco Carlini

Mai come di questi tempi scienza e tecnologia sono sui media e nei pubblici convegni. Per non dire della magica parola «ricerca» che all'improvviso, e in maniera assolutamente generica, sembra tornata a essere, ma solo nel vuoto ciarlare dei politici, rimedio alla crescita economica che non viene. Tanta generica popolarità si accompagna peraltro a un diffuso sentire fatto di magiche aspettative e insieme di diffidenza, per superare le quali - molti pensano - servirebbe «soltanto» un po' di sana e corretta divulgazione.

Non stanno così le cose e a ricordarcelo è un fisico teorico importante, Marcello Cini, che molti lettori del *manifesto* conoscono per lunga frequentazione, fin dai tempi del debutto come rivista e passando poi per il quotidiano che state leggendo.

Il *Supermarket di Prometeo. La scienza nell'era dell'economia della conoscenza* (Codice Edizioni, 29 euro) è il luogo colloquiale, il seminario in tre parti e otto capitoli, dove Cini ci invita a entrare con la dovuta voglia di rileggere, di ristudiare e di rifarsi molte domande colpevolmente accantonate, le quali non riguardano solo la scienza e la tecnologia, ma anche il capitalismo più recente, il fallimento teorico di alcune idee di Marx e il senso della sinistra oggi. E il legame profondo tra tutte queste cose.

A molti questo libro non piacerà. Ad alcuni ricercatori perché mette in dubbio certi fondamenti teorici e metodologici delle loro discipline: sono quelli che per contrapporsi giustamente all'antiscentismo troppo dilagante, della scienza così com'è oggi finiscono difendendo tutto o quasi, richiudendo la torre e rivendicando una separatezza che era invece felicemente stata intaccata dai movimenti sociali. Ad altri, a sinistra, apparirà forse post moderno e cioè privo di una teoria politica generale ed eventualmente rivoluzionaria. E certamente non incontrerà l'interesse dei politici moderati perché troppo drastico nei giudizi sullo stato del mondo. Ma

questi sono esattamente i suoi pregi e i buoni motivi per leggerlo. E del resto, che cosa deve fare un giovane fisico (l'età in questi casi non conta) se non continuare a minare con pazienza e curiosità le fondamenta di un discorso solo apparentemente solido? E cosa deve fare un comunista se non interrogarsi sullo stato di cose presenti e sulla possibilità di cambiarlo, con il pensiero e con l'azione? Questo giornale (*Il Manifesto*) venne immaginato proprio per questo.

Il saggio di Cini offre una estesa rilettura di importanti controversie scientifiche, filosofiche e politiche. La scienza, ci ricorda l'autore, è tutto fuorché un robusto edificio di consenso immutabile, ma è, continuo confronto critico tra diversi metodi, visioni e anche idee di se stessa. Lo stesso ovviamente per le scienze della politica. Tutti i corni delle questioni sono esposti con precisione, ma l'autore non nasconde le sue preferenze per alcune delle teorie, spesso presentando un suo punto di vista originale, capace di spostare in avanti le contrapposizioni più laceranti. Nel campo dell'evoluzione e della biologia l'adesione va soprattutto alle idee di Steve J. Gould e Niles Eldredge i famosi paleontologi della teoria degli equilibri punteggiati (ma non solo) e al biologo evoluzionista Richard Lewontin, per le sue battaglie contro il riduzionismo della sociobiologia, alla Dawkins. Un posto di rilievo occupa anche Jared Diamond, un ornitologo fattoso ecologo e studioso delle società umane complesse. Importante è il legame che viene stretto (e chiarito) con un altro faro del pensiero moderno, pur oggi così trascurato, l'antropologo Gregory Bateson. Tra gli studiosi italiani ci sono soprattutto Mario Ageno, tra i primi fisici a transitare dalle scienze dure alla biologia, la filosofa della scienza Elena Gagliasso e il genetista Marcello Buiatti.

I riferimenti politici e sociologici sono specialmente a Manuel Castells, l'autore dell'opera fondamentale sulla società dell'informazione e delle reti, ma anche a Immanuel Wallerstein, Ulrich Beck e Zygmund Baumann. Numerose le citazioni di Jeremy Rifkin, di Joseph Stiglitz, di George Soros e Amartya Sen, sulk fronte dell'economia e della globalizzazione. Anche per questo è un libro utile che ripropone in un nuovo contesto la letteratura più importante degli ultimi anni e a chi

non l'avesse frequentata offre una preziosa mappa concettuale.

L'universo, immenso libro non lo si può capire se non se ne impara prima la lingua ed esso «è scritto in lingua matematica». Così Galileo nel *Saggiatore*. E tuttavia, scrive Cini (p. 7) «Galileo aveva torto. È un pregiudizio neoplatonico identificare il carattere 'oggettivo' della conoscenza scientifica con la scoperta del linguaggio matematico in cui l'universo è scritto. La realtà è talmente ricca, complessa e articolata da non essere rappresentabile se non dopo averne selezionato, all'interno dell'infinita varietà dei suoi differenti aspetti, alcuni tratti riconosciuti, nel contesto storico dato e per ogni disciplina, come fondamentali. Utilizzando una ben nota e calzante metafora, la scienza è l'insieme delle possibili mappe diverse. E, come si sa, confondere la mappa con il territorio, è un grave errore epistemologico».

La citazione si riferisce a una questione centrale nella storia e nella filosofia della scienza. Il «realismo ingenuo» di alcuni scienziati sostiene che la realtà fisica esista di per sé e che il compito della scienza sia solo quella di disvelarla al meglio; in questo senso è platonismo. Il fatto che così facendo sia stato possibile creare delle applicazioni tecniche che funzionano, sarebbe la dimostrazione che la realtà è proprio reale. Altri, in molte sfumature, hanno sostenuto invece che la realtà è solo percepita, solo un prodotto delle nostre costruzioni mentali e concettuali, un relativismo estremo. Di fronte a questi due atteggiamenti, tra di loro irriducibili, l'autore sostiene che sono entrambe sbagliate perché l'immagine del mondo che abbiamo «è frutto di un'esplorazione da parte della nostra specie nel corso dei millenni della nostra storia, interpretata per mezzo di categorie elaborate socialmente». In questo approccio scienza e conoscenza tornano nella storia, frutti di un'interazione continua tra natura e cultura.

«Senza diversità non c'è evoluzione, c'insegna Darwin, e dunque non c'è vita, come sostiene il genetista Marcello Buiatti con l'aforisma: Essere diversi è una condizione imprescindibile per essere vivi». Ma allora, si chiede Cini, come «scongiurare gli esiti disastrosi dell'attuale meccanismo di sviluppo», basato sulla riduzione a merce delle conoscenze? «La risposta - scrive l'autore - non può essere altro che cercare di ricreare un variegato arco di nicchie

naturali e sociali protette dallo strapotere dei padroni del commercio internazionale; di far nascere e rivitalizzare vecchie e nuove relazioni tra individui e gruppi; insomma di ripristinare le mille sorgenti del flusso locale di creatività, iniziativa e attività umane che rende fertile il tessuto della società, erigendo argini contro l'alluvione del capitale globale, che, trasformando tutto in merce, deforma la diversità, ricchezza della vita, fino a ridurla a quella sua orrida caricatura che è la disuguaglianza tra ricchi di denaro e poveri di tutto».

Preziose al riguardo le indicazioni del sociologo Immanuel Wallerstein: «Il capitalismo è stato un programma per la mercificazione di ogni cosa. I capitalisti non lo hanno ancora completamente realizzato, ma sono andati assai avanti, con tutte le conseguenze che conosciamo. Il socialismo dovrebbe essere un programma per la demercificazione di ogni cosa».

La scienza più critica può essere d'aiuto, non solo perché per statuto è aperta alle idee, ma anche perché, nella sua versione migliore, ispirata all'evoluzione, si fa forza della incessante produzione di diversità. La cosa è a tal punto vera che il tema della *diversity* si è imposto anche alle aziende capitalistiche più avanzate, consapevoli che né il fordismo, né gli organigrammi meccanicistici garantiscono più la sopravvivenza quando l'ambiente sia continuamente mutevole. Se «fare sistema» era lo slogan del secolo scorso, «fare rete» nelle organizzazioni complesse è l'orizzonte del 21esimo secolo. Che poi è una lezione che si apprende ancora una volta dalla natura, per come l'evoluzione l'ha plasmata, per tentativi, errori e correzioni, ma sempre conservando un magazzino di diversità, per ogni buona evenienza.

Marcello Cini torna a intrecciare scienza e società. I mutamenti concettuali della prima possono dire molto alla politica e alla sinistra, nell'epoca del capitalismo della conoscenza, supermarket delle idee mercificate e omogeneizzate.

Era il 26 giugno 2000 e due capi di stato, Bill Clinton e Tony Blair, annunciarono solennemente al mondo che il progetto genoma umano era concluso. Non era proprio così, dato che la pubblicazione dei risultati sarebbe avvenuta solo nel febbraio successivo, ma pazienza. Quel grande progetto scientifico, peraltro, è un'ottima illustrazione di molte delle idee che Marcello Cini sviluppa nel suo libro, al quale questa intera pagina è dedicata. Vediamo.

(1) La festa pubblica dei due presidenti ci ricorda che scienza e politica si intrecciano assai, specialmente quando diventano *tecnoscienza*: quel giorno si

celebrava certamente una conquista del sapere di enorme importanza, ma soprattutto la leadership acquisita in un campo molto promettente quanto ad affari futuri. Di per sé sequenziare il genoma vuol dire «soltanto» aver messe in fila le «lettere» del Dna, per un totale di 30 mila geni circa, e questa è informazione allo stato puro, decisiva non solo per la conoscenza di noi stessi, quanto per l'«economia della conoscenza». A questa trasformazione accelerata dell'informazione in merce Cini dedica pagine nette: il nuovo capitalismo ha come obiettivo di fare merce di ogni informazione e sapere, persino i sentimenti e le relazioni tra le persone. Questa è una svolta epocale, alla quale la sinistra non ha finora risposto in maniera adeguata. L'obiettivo invece, oggi come ai tempi di Marx, dovrebbe essere quello di *demercificare* il mondo. Tanto più che la «merce» conoscenza ha due caratteristiche che la fanno diversa dai beni fisici: la sua fruizione non va a scapito della fruizione da parte di altri ed essa può crescere solo se circola il più liberamente possibile.



(2) Quello show Clinton-Blair dell'anno duemila ci ricorda poi un'altra svolta già avvenuta, ossia il passaggio del primato scientifico dalla fisica alla biologia. La prima fu scienza regina del secolo scorso, anzi la Scienza per eccellenza, della quale tutte le altre erano debitrice. La seconda è molto cambiata, dato che si è fatta quantitativa, più che descrittiva, si è fatta genetica, grazie alle conoscenze del Dna, e soprattutto, evolutivista. Su questo terreno Cini è giustamente assai severo contro le interpretazioni iper darwiniane, che di questi tempi non mancano, e semmai vanno crescendo, persino in banalità. Rivalutando il principe e anarchico russo Peter Alexeyevich Kropotkin, egli ci ricorda che non c'è solo la competizione degli individui per le risorse scarse (nel qual caso vince il più adatto), ma c'è anche la lotta degli umani con la

natura, la quale, per essere vinta, richiede cooperazione e altruismo, for profit ma anche non profit. Le ricerche sulle radici evolutive della cooperazione umana si sono da tempo arricchite di contributi significativi.

(3) E ancora: il progetto genoma apparve inizialmente, ai suoi cantori ingenui o interessati, come il trionfo di un'idea semplificata e riduttiva della scienza: il Dna sarebbe come un *programma* di computer, dove ogni gene, ben precisato dalla sequenza delle sue basi non fa che contenere la *istruzione* con cui fabbricare le proteine, mattoni del corpo umano: «un gene, una proteina», così recitava l'ingenuo modello. Bene. Quel punto di vista così limpido, «elegante» e riduzionista oggi infine vacilla, e proprio per effetto del genoma sequenziato. Cosa significhi e dove sia la ridondanza dei geni, quali si accendono e si spengono (vengono attivati) in diverse persone e in diversi momenti della vita di un organismo; quali siano i percorsi che dalle «istruzioni» portano all'effettiva produzione di una proteina, è campo di ricerca appena aperto ed entusiasmante, dove però fin da ora risulta chiaro che se all'inizio è bene semplificare e tagliare le ipotesi con l'accetta, poi occorre comunque confrontarsi con l'enorme complessità della vita e della materia.

(4) Qui entra in gioco un'altra novità recente (degli ultimi 25 anni), le scienze della complessità, appunto, che portano Cini a mettere in guardia dall'attribuire un carattere troppo sicuramente predittivo alla scienza. Come fisico ebbe il privilegio di vivere gli anni d'oro della meccanica quantistica, dove l'indeterminazione è la regola piuttosto che un errore. Sul finire della carriera egli come tutti incontrò le matematiche non lineari e i sistemi caotici, per non dire della «teoria delle catastrofi» che a un certo punto sembrò la risposta universale a ogni problema complicato. Il sogno che fu di Laplace di poter predire ogni fenomeno con esattezza, una volta che si conoscano per bene lo stato iniziale e la legge che lo governa, è andato in frantumi da 43 anni, grazie al meteorologo Edward Lorenz, quello dell'«effetto farfalla». E il guaio è che non si tratta di *limiti* della teoria o del calcolo, prima o poi superabili, ma di una imprevedibilità connaturata a certi fenomeni. Il mondo non è in preda al caos, ma il caso non solo esiste, ed è un fattore decisivo nella storia della vita. La qual cosa ad alcuni appare blasfema, ma a Cini e a molti di noi, meravigliosa, *a wonderful life*.

(Da *Il Manifesto*, 7 dicembre 2006)

Verso una scienza costruttivista

La scienza come progetto

GIANFRANCO MINATI

Associazione Italiana per la Ricerca sui Sistemi (AIRS), www.AIRS.it
Politecnico di Milano

1. IL RUOLO CREATIVO DELL'OSSERVATORE NELLA SCIENZA

Considerare il ruolo dell'osservatore in fisica ha contribuito a introdurre nuove strategie per la scienza.

In una semplicistica, vecchia, concezione l'osservatore introduce *relativismo*, per esempio nei giudizi e nelle misurazioni. Da qui la ricerca di riferimenti *assoluti* (cioè indipendenti dall'osservatore) o *condivisi* secondo processi di varia natura (ad es. la democrazia -la scienza però non è democratica, cioè non *funziona* come vuole la maggioranza).

In fisica il termine *relatività* con riferimento all'osservatore è usato in diversi modi.

Per Galileo, ad esempio, il *principio di relatività* stabilisce che le leggi della fisica sono le stesse per qualsiasi osservatore.

Nella fisica moderna, dopo i contributi di Maxwell, Lorentz e la *teoria della relatività* di Einstein cade la validità del concetto di tempo *assoluto*. La teoria della relatività si basa sul fatto che la velocità della luce è costante e di conseguenza è lo spazio-tempo che deve variare in riferimento all'osservatore. In questo modo l'osservatore assoluto è stato privato del tempo assoluto.

Vi è inoltre da considerare una serie di approcci nei quali l'osservatore svolge un ruolo attivo, teoricamente integrato con il fenomeno che si considera, quali:

1) La *fine del comportamentismo*, per cui l'impostazione stimolo-risposta per spiegare il comportamento (Skinner, 1938; 1953) non è più sufficiente, dovendo considerare l'elaborazione dell'input da parte del soggetto di studio (Anderson, 1983; 1993). La fine del comportamentismo è segnata dall'avvento delle scienze cognitive;

2) La *teoria della Gestalt* o psicologia della Gestalt (1959; (Koffka, 1935; Kohler, 1975; Wertheimer, 1925; 1959) mette l'accento, nel campo della percezione, sul fatto che gli insiemi percettivi (e anche delle rappresentazioni del pensiero) si presentano al soggetto, all'osservatore, sotto forma di unità coerenti che si strutturano nel campo di osservazione quando presentano caratteristiche particolari, indicate come *leggi dell'organizzazione della forma*:

1. *Legge della vicinanza*, stabilente che quanto minore è la distanza, spaziale e temporale, separante gli oggetti di un insieme, tanto maggiore è la percezione di quegli oggetti come appartenenti ad un'unità;

2. *Legge della similarità*, stabilente che all'interno di un insieme, si tenderà a raggruppare gli elementi maggiormente simili tra loro;

3. *Legge del destino comune*, stabilente come elementi che si muovono allo stesso tempo e nella stessa direzione saranno percepiti appartenere ad un unico oggetto;

4. *Legge della direzione*, stabilente che se un modello continua nella stessa direzione di un altro, essi verranno percepiti come appartenenti alla stessa unità;

5. *Legge della forma chiusa*, stabilente la tendenza a percepire come appartenenti ad un'unità coerente, oggetti disposti secondo figure chiuse, regolari e simmetriche.

3) *L'abduzione*, come processo di invenzione di ipotesi. Il suo inventore Charles S. Peirce (1839-1914) la definisce in questo modo: "Abduction is the process of forming an explanatory hypothesis. It is the only logical operation which introduces any new idea" (Peirce, 1998).

4) Lo stabilirsi del *costruttivismo* (Maturana and Varela, 1992; Von Foerster, 2003; Von Glasersfeld, 1995; Watzlawick, 1983) per cui la realtà non va considerata come oggettivamente ed indipendentemente esistente dall'osservatore, che invece partecipa attivamente e teoricamente alla sua creazione. Conoscere può essere considerato basarsi su due strategie:

- come è meglio pensare che qualcosa è e
- cercare di scoprire come qualcosa *realmente* è.

La seconda strategia è un caso particolare della prima.

La cosiddetta realtà può solo *rispondere* alle nostre domande e quando ciò avviene non è più realtà in quanto tale. Infatti la realtà è *silente* fino a che non la esploriamo: e per far questo abbiamo bisogno della conoscenza e così l'oggettività della realtà sparisce. Un esperimento è una domanda alla realtà, che risponde facendolo avvenire. Il telescopio di Galileo è una domanda le cui risposte contrastavano con quelle precedentemente assunte come valide.

5) La *seconda cibernetica* (Von Foerster 1979; 1981). In sostanza la *prima cibernetica* è la scienza dei dispositivi in grado di autoregolarsi (ad es. il regolatore di Watt), mentre la *seconda cibernetica* è la scienza che studia dispositivi capaci non solo di applicare regole di autoregolazione, ma di crearle e modificarle (ad es. dispositivi capaci di apprendimento e di adatta-



Gianfranco Minati

mento, come le interfacce uomo-macchina).

In questo contesto concettuale diventano cruciali tematiche come:

a) La descrizione usata dall'osservatore (la conoscenza disciplinare, il tipo e numero di variabili, la scala);

b) L'esistenza come fatto cognitivo più che fenomenologico per cui, ad esempio, gli elementi di un sistema possono essere considerati dati quando il sistema è artificiale (è nota la progettazione), mentre sono scelti dall'osservatore quando opera con sistemi non-artificiali.

Si considerano le differenze tra funzionalità di oggetti e di sistemi, tra funzione ed uso. La funzione di per sé prevede un contesto fisso, mentre l'uso non solo determina la funzione, ma ne è anche dialetticamente determinato da essa. Approfondiremo in seguito questi punti.

2. SCIENZA COME PROGETTO

La scienza è stata per molto tempo intesa come *ricerca per scoprire ciò che esiste ed è ancora sconosciuto*.

Da quanto abbiamo già introdotto precedentemente possiamo vedere come si tratti di una visione semplicistica, iniziale.

Prendendo alla lettera i verbi *ricercare* e *scoprire*, potremmo metaforicamente rappresentare una tale impresa come lo scavo in una miniera per portare alla luce oggetti di interesse per l'operatore. Tuttavia vediamo come già in questa metafora occorra considerare *dove* l'operatore decide di scavare, in dipendenza da un suo piano.

Come si è trattato al punto 4. precedente, relativo al costruttivismo, ciò che si trova non è indipendente da ciò che si cerca e da ciò che si può riconoscere.

La scienza quindi non è ritenibile come un'astratta attività di ricerca a 360 gradi. Si cerca e si riconosce ciò che il contesto culturale, cognitivo e scientifico attuale permette di concepire (Berger and Luckmann, 1966; Butts and Brown, 1989). In questo non vi è assunzione di operare in una sorta di ineluttabile continuità, fatta solo di estensioni e miglioramenti di ciò che già si ha, anzi vi è la ricerca di *discontinuità* come massima creatività. Occorre che vi sia una disponibilità concettuale a cercare e riconoscere il discontinuo, il che è già di per sé un'impostazione costruttivista.

Possiamo ritenere che vi siano due tipi di progetto.

- Progetti che potremmo dire *chiusi*, per i quali si tratta di realizzare partendo dalla conoscenza attuale ed usandola pronti ad innovare ed aggiornare. Vi sono, ad esempio, progetti chiusi riguardanti *problemi generati da soluzioni adottate per altri problemi*. Si tratta, ad esempio, dei problemi relativi a questioni ambientali e dell'inquinamento della catena alimentare, conseguenza a loro volta di *soluzioni* adottate per motivazioni di convenienza economica. Non viene quasi mai considerato

di rimuovere le cause, e cioè le soluzioni adottate a monte, ma di affrontare i nuovi problemi con progetti chiusi.

- Progetti che potremmo dire *aperti*, per i quali si tratta di cercare contesti nuovi in cui applicare la conoscenza attuale e costruirne di nuova attraverso processi di apprendimento e di abduzione (ad esempio l'esplorazione spaziale o affrontare tematiche nuove come lo studio del cervello, le nanotecnologie ed approcci considerati *non scientifici*, ma efficaci come l'agopuntura).

La scienza è da intendersi come una continua attività progettuale riferentesi a dove, come, cosa, quando cercare ed all'attrezzarsi per riconoscere ed avere progetti d'uso.

Tratteremo in questo contesto di un progetto ormai impostato da anni, ma ancora da sviluppare e per cui bisogna superare difficoltà di varia natura dovute alle enormi implicazioni proprio sullo stesso *sistema scienza* e cioè il modo di *produrla* (ricerca e didattica), *progettarla* (si tratta del *potere* di supportare ed incentivare progetti scientifici) ed *applicarla* (aspetti economici interessati).

Si tratta dell'*impostazione sistemica*, termine abusato ed inflazionato da usi superficiali, divulgativi ed approssimativi fino a farne una non più innovativa né pericolosa *ovvietà*.

Cercheremo di condurre il lettore attraverso un percorso esplicativo, il più possibile coinvolgente, allo scopo di mostrare come si tratti di un approccio concettuale per impadronirsi, capire e gestire il progetto della scienza, non ricostruibile né coincidente con migliaia di frammentate iniziative.

Per introdurre e affrontare le tematiche della Sistemica è necessario partire da tre categorie concettuali fondamentali: quelle di insieme, relazione e interazione.

3. SISTEMI: LORO COSTITUZIONE E GESTIONE

3.1 Insiemi, relazioni, interazioni e sistemi

Introduciamo prima di tutto tre categorie concettuali fondamentali per l'esposizione:

Insieme

Il salto concettuale tra singolarità e collettività è stato storicamente affrontato in matematica con l'introduzione del concetto di *insieme*. Si ha un insieme quando si dispone di una regola con cui decidere se una qualsiasi entità appartiene o meno ad un insieme (es. insiemi di numeri pari). Accenniamo solamente al fatto che nella matematica moderna si è introdotto il concetto di *fuzzy set*, per cui l'appartenenza o meno all'insieme può essere non deterministica, ma probabilistica e dinamica;

Relazione

Quando tra gli elementi esistono rapporti di qualsiasi natura - quantitativi, di sincronizzazione e di posizione geometrica - essi sono considerati in *relazione* tra loro. Le relazioni tra elementi permettono la costituzione di *strutture*. Esempi di insiemi strutturati sono: componenti elettronici catalogati, cellule per tipo, parole connesse con regole sintattiche o in ordine alfabetico, musicisti considerati per ruolo nell'orchestra o ordinati per età, studenti in ordine alfabetico o raggruppati per altezza o per sesso, lavoratori organizzati in una catena di montaggio eccetera;

Interazione

Quando il comportamento di un elemento influenza il comportamento dell'altro, gli elementi sono considerati in *interazione* tra loro. Condizione *necessaria* perché degli elementi costituiscono un sistema, cioè entità aventi proprietà diverse da quelle degli elementi costituenti, è che siano in interazione tra loro. Esempi di sistemi sono dati da insiemi strutturati i cui elementi sono fatti interagire, come: un amplificatore di segnale i cui elementi interagiscono grazie alla somministrazione di



energia; un corpo vivente in quanto gli elementi costitutivi interagiscono (fisicamente, chimicamente e biologicamente); un poema, una storia in quanto le parole interagiscono nella mente del lettore; un'azienda in cui gli elementi interagiscono nell'operare; sciami, stormi, formicai che interagiscono con il comportamento e le forme organizzative. L'interazione tra gli elementi è condizione *necessaria* ma non *sufficiente* perché si costituiscano sistemi. Occorre che vi siano *organizzazione* o processi di *emergenza*.

È importante rilevare come i sistemi abbiano *caratteristiche* e proprietà *diverse* da quelle degli elementi componenti. Ad esempio le proprietà di uno stormo sono diverse da quelle di singoli uccelli; le funzionalità di un dispositivo elettronico sono diverse da quelle dei componenti; il significato di una frase è diverso da quello delle singole parole.

Il problema del salto concettuale tra singolarità e collettività è trattato con diversi approcci dalle discipline. In chimica, per esempio, si introduce il concetto di *composizione* per cui più elementi *interagendo* danno luogo, come *risultato*, al costituirsi di entità con proprietà diverse da quelle dei componenti. In tal caso il processo di interazione comporta che gli elementi si *configurino* in modo diverso, adottando ruoli diversi in una nuova configurazione (ad esempio miscelazione di colori diversi oppure lo stabilirsi di composti chimici stabili come H₂O dal comporsi di atomi di idrogeno ed ossigeno). In tal caso lo stabilirsi di nuove proprietà è frutto di processi di interazione.

Ancora, in biologia, in meccanica, nei sistemi sociali, in contesti artistici come la musica, la pittura, e la letteratura, l'attenzione è posta sui *risultati* e sul processo di comporre elementi.

Si possono avere *risultati* di processi di interazione, di composizione (composti chimici stabili, fusioni aziendali, strutture), ma anche entità generate da *continui* processi di interazione (stormi di uccelli, traffico automobilistico, la *vita* stessa). E tali entità sono i sistemi. E' da notare che quando il processo di interazione cessa anche la nuova entità, il sistema, si dissolve.

3.2 Cenni all'introduzione del concetto di sistema con la matematica

La *Teoria Generale dei Sistemi* fu introdotta dal biologo teorico e matematico Ludwig Von Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1968). Un sistema S può essere considerato costituito da elementi interagenti P_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Si consideri una misura Q per gli elementi P_i . In un sistema S una variazione di Q_i è funzione di tutte le altre Q_i e la variazione di una certa misura Q_i induce variazioni in tutte le altre Q_i . Per descrivere questa situazione è allora possibile scrivere un sistema di equazioni differenziali ordinarie *simultanee* del tipo:

$$\begin{cases} dQ_1 / dt = f_1(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \\ dQ_2 / dt = f_2(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \\ \dots \dots \dots \\ dQ_n / dt = f_n(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \end{cases}$$

Se i componenti sono tutti dello stesso tipo è possibile scrivere la singola equazione:

$$dQ / dt = f(Q)$$

Ma come avviene la magia della trasformazione di elementi interagenti in questo modo nel fatto che si stabilisca non solo una realtà

nuova come una macchina, una struttura o una composizione, ma un sistema ?

La risposta è attraverso processi di *organizzazione* e di *emergenza*.

3.3 Due tipi di sistemi

Prima di tutto occorre sottolineare che i sistemi come introdotti non sono da intendersi come *oggettualità fenomenologica*, ma come rappresentazione *efficace* di fenomeni. Possiamo considerare sistemi artificiali (progettati) e naturali (non progettati). Per i sistemi artificiali conosciamo quali sono gli elementi componenti e le interazioni tra loro. Il livello di descrizione efficace è quello usato per progettare. Per quanto riguarda fenomeni ed entità non progettate possiamo assumere un livello di descrizione tale per cui sono *considerabili* come sistemi. Occorre non confondere l'*efficacia* che si ha nel considerarli tali con la *verità*. Infatti si deve essere disponibili ad adottare una eventuale descrizione completamente diversa in caso quest'ultima sia più efficace (Guberman and Minati, 2007).

Per *livello di descrizione* si intende sia la conoscenza disciplinare utilizzata (ad es. considerare l'aspetto fisico o chimico o economico di un problema) sia l'interesse, il ruolo specifico dell'osservatore. Si consideri l'uso di specifici modelli cognitivi, come in Architettura (Di Battista *et al.*, 2006; Della Torre and Minati, 2004). I sistemi si possono costituire almeno in due modi (mai nettamente distinti) ad esempio:

1) attraverso l'*organizzazione* derivante da *progettazione* di comportamenti strutturati, organizzati come nel caso di macchine, dispositivi, organizzazioni sociali (aziende, ospedali, scuole, squadre).

2) attraverso l'*emergenza* (vedi par. 3.3.2) di comportamenti auto-organizzati come nel caso di superconduttività, ferromagnetismo, stormi, sciami, formicai, traffico automobilistico, distretti industriali.

Nel primo caso l'interazione avviene all'interno di un'organizzazione, una struttura tra elementi aventi *ruoli specifici*.

Nel secondo caso l'interazione avviene *senza* che gli elementi abbiano ruoli specifici. I due tipi di processo non sono separati, ma possono essere *simultanei* anche se spesso il simultaneo avvenire dell'uno o dell'altro è trascurabile secondo il livello di descrizione utilizzato. Ad esempio:

- In un'azienda solitamente è predominante il ruolo *organizzato* degli agenti, anche se l'interazione tra agenti indipendentemente dal loro ruolo può avere una certa importanza in condizioni particolari. In una macchina la struttura degli ingranaggi è predominante sullo stabilirsi di fenomeni di magnetismo emergenti.

- In un distretto industriale è predominante l'interagire tra aziende, costituendo effetti cooperativi e sinergici indi-



pendenti dalla loro volontà, anche se qualche azienda può assumere occasionalmente ruoli specifici. Così in presenza di condizioni particolari, come la rilevazione di un predatore, l'elemento di uno stormo può svolgere un ruolo specifico.

3.3.1 Sistemi dall'organizzazione

I sistemi costituiti dall'organizzazione sono progettati *esplicitamente*, per regole dichiarate (in informatica ciò corrisponde al *processing simbolico*, per regole esplicite). I ruoli degli elementi costituenti sono identificabili e distinguibili.

L'operare degli elementi in modo organizzato fa sì che si stabiliscano funzionalità che hanno caratteristiche e proprietà diverse da quelle degli elementi costituenti.

E' possibile individuare sottosistemi aventi funzionalità specifiche complesse.

Esempi di tali sistemi sono dati dalle organizzazioni sociali come aziende, scuole e ospedali e da dispositivi artificiali, ad esempio elettronici e meccanici.

Per la gestione di tali sistemi è efficace agire sugli elementi all'interno dell'organizzazione in quanto hanno ruoli specifici.

E' poi possibile considerare sistemi naturali come prodotti da organizzazione come nel caso dello studio della funzionalità e dei sottosistemi negli esseri viventi.

3.3.2 Sistemi dall'Emergenza (*emergence* e non *emergency*)

Per introdurre il concetto di emergenza occorre prima menzionare il concetto di *auto-organizzazione*, introdotto come il passaggio *ordine-disordine* (Holland, 1998), cioè la formazione non guidata dall'esterno di nuove strutture (ad es. come negli sciami, stormi, distretti industriali). Ma considerando il comportamento individuale di un'ape, di un uccello e di un'azienda e la struttura stabilita tra loro, l'osservatore non realizza lo sciame, lo stormo ed il distretto industriale: occorre un livello di osservazione più astratto, quello appunto dell'emergenza (Baas, 1994; Baas and Emmeche, 1997; Bedau, 1997; Corning, 2002; Crutchfield, 1994a; 1994b; Minati and Pessa, 2006; Minati *et al.*, 2006; Ronald *et al.*, 1999; Rueger, 2000; Pessa, 2002; 2006).

Si tratta in sostanza di un

- processo di formazione di nuove entità collettive auto-organizzate costituite dal comportamento coerente di componenti interagenti (ad es. sciami, traffico automobilistico, comportamento di mercati):

- processo che può essere solamente considerato come dipendente dall'osservatore e cioè: le proprietà collettive emergono ad un livello di astrazione superiore rispetto a quello usato per i componenti, in grado di rilevare *coerenza*.

Il concetto di coerenza in questo caso è usato non come in logica, ma, potremmo dire, in un modo *fenomenologico*.

Per esempio un comportamento collettivo non è stabilito

dal comportamento dei componenti assunto come coerente *a priori* in quanto segue una certa regola di coerenza, ma sta all'osservatore realizzare un fenomeno come comportamento collettivo coerente di elementi da lui *abduttivamente* scelti.

Quando gli elementi hanno un comportamento coerente danno luogo a qualcosa che ha proprietà diverse dalle loro.

La coerenza a cui ci si riferisce non è quella logica, implicativa, legata alle teorie della verità (ad es. coerenza di assiomi, coerenza di implicazioni) ma *comportamentale, fenomenologia*, rilevata da un osservatore come tale.

La coerenza è *definita* dal fenomeno che si vuol definire come tale in relazione al comportamento degli elementi che l'osservatore *abduttivamente* ritiene componenti. Ad esempio non si costituisce uno stormo quando gli uccelli volano in un certo modo, ma è la fenomenologia dello stormo che definisce *coerente* il loro comportamento. Ciò si riferisce allo stabilirsi di comportamenti collettivi, cioè coerenti, non perché gli elementi seguano una regola di coerenza, ma perché si comportano in modo tale che la coerenza si stabilisca come proprietà non deducibile.

L'osservatore vede una proprietà stabilirsi dal comportamento collettivo di quelli che lui ritiene gli elementi costitutivi operanti in modo coerente e cioè tale da stabilire la proprietà collettiva.

E' l'osservatore che inventa a) la partizione degli elementi ed b) il loro conseguente modo di interagire.

In questo modo gli elementi sono coerenti quando danno luogo a qualcosa che ha proprietà diverse dalle loro. La definizione generale di coerenza riguarda così questo processo di partizionamento *abduttivo* da parte dell'osservatore che lo porta ad individuare agenti ed interazioni.

Un comportamento coerente è indipendente dal numero dei componenti, dalla stabilità del numero dei componenti.

Concepire un sistema non artificiale (di cui cioè sia nota la progettazione e strutturazione dei componenti) stabilito da entità interagenti collettivamente in modo non organizzato è così un fatto di *coerenza*.

Base della coerenza è la disponibilità concettuale e potenziale di *tutte* le partizioni possibili.

Diverse coerenze corrispondono a diverse partizioni e diverse interazioni.

Una coerenza corrisponde ad una partizione ed alla relativa interazione tra le parti inventata dall'osservatore per spiegare una proprietà da lui rilevata come emergente. E' possibile che vi siano diverse coerenze per una medesima proprietà corrispondenti a diversi livelli di descrizione (ad es. per lo stabilirsi di proprietà evolutive emergenti, un ambiente può essere considerato frequentato da animali aventi interazioni tra loro, come preda-predatore, o da specie nel tempo aventi interazioni tra loro, come l'influenza sul contesto e non tra loro direttamente).

Esempi di processi di emergenza sono dati dallo stabilirsi di *comportamenti collettivi*, come la superconduttività, ferromagnetismo, stormi, sciami, formicai, traffico automobilistico, distretti industriali.

E' inefficace agire sugli elementi per gestire le proprietà emergenti in quanto non hanno ruoli specifici: occorre agire sulle interazioni tra loro (ad esempio variando l'energia fornita si varia il modo in cui gli elementi possono interagire, oppure si agisce sulle informazioni o sul modo di comunicare nei sistemi sociali).

Come abbiamo già accennato i due aspetti, organizzazione ed emergenza, sono spesso simultanei e distinguibili solo cambiando il livello di descrizione dell'osservatore.



3.4 Contributi disciplinari per lo studio dell'emergenza

Vi sono stati numerosi contributi disciplinari di applicazione di teorie dell'emergenza in campo scientifico. Ricordiamo tra i tanti (come in Minati, 2004):

- in *fisica* la teoria delle transizioni di fase, la formulazione dei fenomeni non lineari, lo studio delle strutture dissipative, la Sinergetica, la teoria quantistica dei fenomeni collettivi, la formulazione della Teoria Quantistica dei Campi;

- nelle *neuroscienze* con la scoperta delle correlazioni a lungo raggio nel cervello (e nei muscoli), la scoperta del ruolo di processi caotici nel bulbo olfattivo e la nascita della psiconeuroimmunologia;

- nell'*intelligenza artificiale* con l'introduzione delle reti neurali, algoritmi evolutivi, modelli di vita artificiale;

- in *ingegneria* con l'introduzione delle nanotecnologie, dell'elaborazione quantistica e delle self-designing machines.

Altre problematiche trattate in vari contesti disciplinari come la fisiologia, le scienze cognitive e la filosofia sono, ad esempio, il cosiddetto "problema del collegamento", *Binding Problem*. Il problema consiste nel fatto che se si ritiene che il correlato neurale della consapevolezza visiva corrisponda alla scarica sincronizzata di cellule nervose rispondenti alle diverse caratteristiche di un oggetto, occorre allora spiegare come si organizzano le cellule ed in particolare come possano scaricare ad un determinato istante e ad una determinata frequenza. Si tratta, in breve, della differenza *tra guardare e vedere*. "Il problema di come facciamo questi neuroni ad attivarsi temporaneamente come un'unica unità funzionale è spesso descritto come il problema del collegamento. Poiché un oggetto visto è spesso anche udito, odorato o toccato, questo collegamento deve stabilirsi anche trasversalmente fra modalità sensoriali diverse." (Crick 1994, pp. 249-250). Si veda anche (Crick and Koch, 1995).

Un'altra problematica è quella relativa al cosiddetto *Symbol Grounding Problem* introdotto in (Harnad, 1990). Si tratta del modo con cui i simboli sono correlati al mondo *reale*. Nell'Intelligenza Artificiale tradizionale i simboli sono definiti in modo puramente sintattico, i sistemi sono considerati chiusi, senza cioè porsi il problema della connessione dei simboli con il mondo esterno. Il ruolo dell'osservatore, dotato di sistema cognitivo, è proprio quello di assicurare una *corretta*, cioè *efficace*, interpretazione dei simboli, stabilendo le opportune ed appropriate relazioni con un mondo esterno. Nel caso dei sistemi autonomi artificiali, cioè con *sistema cognitivo artificiale*, (come i robots) il significato dei simboli deve essere **ancorato** (grounded) nel sistema interagente con l'ambiente.

Citiamo ancora lo studio dell'emergenza della *coerenza* e della *consapevolezza*. L'approccio a cui qui ci si riferisce è l'*ipotesi emergentista* relativa all'emergenza della coscienza come prodotto della complessità della struttura mente-corpo che la manifesta. In tale ipotesi la coscienza non è ritenuta coincidere con l'attività mentale e neppure è intesa come copia dell'esperienza. L'ubicazione della coscienza non sarebbe obbligatoriamente il cervello. La mente conscia soggettiva sarebbe da intendersi piuttosto come una *ricostruzione* dell'esperienza e costituirebbe un analogo del mondo reale (Jaynes, 2002) in particolare in una visione quantistica (Licata, 2003; Vitiello, 2001).

3.5 Cenni al riduzionismo

Il riduzionismo consiste nel *non considerare l'aspetto emergente* dei sistemi considerati *solo* in riferimento alla componente organizzativa e strutturale. Per cui il paradigma concettuale generale è quello del dispositivo, della *macchina* (si progetta, si

guasta, si ripara, si avvia, si spegne, si alimenta, ecc.).

Un altro aspetto del riduzionismo sta nel considerare il livello macroscopico come linearmente corrispondente a quello microscopico. Si tratta in sostanza di ritenere che proprietà relative a livelli di descrizione macroscopici possano essere interpretate e gestite con quelle relative al livello microscopico. Ad esempio spiegare proprietà sistemiche con proprietà dei componenti. Un'azienda non sarebbe altro che organizzazione, la vita non altro che biologia molecolare.

Inoltre in tale visione si considera che la conoscenza sia *sommata* e cioè data dall'accumularsi infinito di conoscenze di dettaglio sempre più precise. In questo caso il non-riduzionismo consiste nell'usare e progettare conoscenza di dettaglio per formulare teorie più generali.

4. SISTEMICA, GENERALIZZAZIONE E GENERICITÀ

Occorre innanzitutto specificare che l'aggettivo *interdisciplinare* si riferisce al fatto che medesime proprietà hanno significato in diversi contesti disciplinari. Il corrispondere dello stesso significato in diversi contesti disciplinari può essere *debole* e cioè metaforico, dovuto ad analogia, oppure *forte* quando è applicato in diverse discipline uno stesso modello, adattando descrizioni e variabili.

Ad esempio una metafora è generalmente definita come descrizione di qualcosa usando i termini e le proprietà con cui si definisce un'altra. Tale processo aiuta a vedere in luce nuova entrambe le situazioni. Ad esempio in fisica la concezione primordiale di corrente elettrica si basava sull'uso metaforico del concetto di flusso, in analogia con i liquidi. Oggi si usa una definizione più precisa di flusso per cui il concetto di flusso elettrico si riferisce al numero di linee del campo elettrico attraversanti un'area.

L'uso di modelli evolutivi basati, ad esempio, sugli automi cellulari e sull'attribuire diverso significato alle variabili e alle leggi di evoluzione è invece un esempio di interdisciplinarietà forte.

L'interdisciplinarietà si basa sull'uso di *proprietà sistemiche* come adattività, allopoieticità, anticipazione, apertura-chiusura, autonomia, autorganizzazione, autopoieticità, caos, complessità, connessionismo, dissipatività, equifinalità, capacità di apprendere, goal-seeking ed omeostasi, *applicabili in diversi contesti disciplinari, come la fisica, la chimica, la biologia, l'economia, la psicologia, l'architettura e l'ingegneria*. Proprietà non sistemiche sono invece quelle degli elementi, come peso, forma, volume, elasticità, assorbimento di luce o calore e comprimibilità.

La *transdisciplinarietà* si basa invece sullo studio delle proprietà sistemiche di *per se stesse*, senza considerarle in contesti disciplinari.



In riferimento alle proprietà sopra elencate, si tratta dello studio dell'adattività, dell'apertura, della chiusura, dell'autonomia, dell'autorganizzazione, della caoticità, della complessità, ecc. in astratto, come proprietà generali di un sistema. Lo studio della Teoria dell'emergenza è transdisciplinare. Inoltre si tratta dello studio delle relazioni tra le proprietà sistemiche.

E' opportuno delineare alcuni aspetti definitivi che, se non chiariti, contribuiscono a delineare ambiti di ovvietà, genericità, quando non di contraddittorietà (Minati, 2004).

Con il termine *Teoria dei Sistemi* si indica, in breve, come usato in ingegneria, la Teoria dei controlli, l'Analisi dei sistemi e la Cibernetica.

Con il termine *Teoria Generale dei Sistemi* si fa riferimento alle proprietà sistemiche considerate nei vari contesti disciplinari (interdisciplinarietà) e di per se stesse in generale (transdisciplinarietà).

Con il termine *Approccio Sistemico* ci si riferisce alla dimensione metodologica generale, per cui considerando un problema in un contesto disciplinare si identificano le interazioni, i livelli di descrizione, i livelli micro, macro e mesoscopico, processi di emergenza ed il ruolo dell'osservatore.

Con il termine *Sistemica* si fa riferimento ad un'estensione concettuale, culturale, della Teoria Generale dei Sistemi. La Sistemica è così intesa come *corpus di concetti*, principi, applicazioni e come metodologia basata sull'operare con i concetti di sistema, interazione, emergenza, inter e transdisciplinarietà.

Specifichiamo perché si usa il termine *generale*. Per chiarire il termine è utile distinguere tra *generalizzazione* e *genericità*:

Generalizzazione - L'elemento concettuale centrale della sistemica è la *generalizzazione* e cioè la possibilità di applicare approcci, metodologie e teorie a contesti disciplinari diversi, grazie all'uso di concetti, proprietà e modellizzazioni usanti proprietà sistemiche, utilizzabili e riconoscibili in diversi contesti disciplinari. Si tratta ad esempio di studiare il processo di *apprendimento* in diverse discipline come in Biologia, Economia (*learning organizations*), Intelligenza Artificiale, Psicologia e di per se stesso (trans-disciplinarietà) cercando una Teoria Generale dell'Apprendimento. L'attività di generalizzazione, in breve, è *trans-disciplinarietà* (studio delle proprietà sistemiche *per se*) basata su rigore, astrazione e complessità nella convinzione che una tale trasversalità del sapere non possa prescindere dalla comunicazione, reciproca rappresentabilità, condivisione e pari dignità tra diversi *tipi* di conoscenza.

Genericità - La *genericità*, legata al *divulgare* ed al procedere per parziali ed occasionali *analogie* e *metafore*, porta anch'essa a poter applicare concetti ed approcci a contesti disciplinari diversi, ma al prezzo dell'imprecisione, dell'approssimazione (ad es. considerare un'azienda come una macchina perché,

similmente, usa risorse e produce, oppure spiegare in termini riduzionistici, cioè *riducendo* un livello di descrizione superiore ad uno inferiore, come ridurre la psicologia alla neurologia, la vita alla biologia, apprendere a ricordare, considerando solamente aspetti fisico-chimici). Così approcci divulgativi pagano la generica comprensibilità con mancanza di rigore. Va tuttavia rilevato come impostazioni metaforiche e basate su analogia possono contribuire, proprio per la loro limitata efficacia, ad attivare, indurre successivi processi di specificazione disciplinare e di generalizzazione.

In base ai concetti introdotti la Sistemica costituisce almeno uno dei modi con cui si può concepire la scienza, come progetto *esplicito* (attraverso l'organizzazione) e *non-esplicito* (attraverso l'emergenza) basata sul ruolo teorico, costruttivistico dell'osservatore.

5. QUALCHE CENNO AD ALCUNE TEMATICHE DI RICERCA ED APPLICATIVE

La scelta di produrre conoscenza usando gli approcci della Sistemica non è di natura ideologica, ma, piuttosto, di efficacia. I concetti sistemiche sono usati in qualsivoglia ambito disciplinare. Tuttavia questo avviene spesso senza che tale modo di operare corrisponda ad un'impostazione epistemologica complessiva su cui operare a superiori livelli di generalizzazione. La finalità della Sistemica è quella, oltre che di produrre teorie e strumenti a meta livelli superiori (Van Gigch, 1991), di *identificare* contributi sistemiche che provengono dalla ricerca disciplinare e multidisciplinare, rendendoli generali e producendo proposte per strutturare e generalizzare risultati disciplinari. Esempi di aspetti teorici di un tale impegno sono quelli riguardanti il costituirsi di una *Teoria Generale dell'Emergenza*, di una *Teoria dei Processi di Generalizzazione*, di *Modelli Logico Filosofici* relativi alla Sistemica ed il tema della *Varietà* nei diversi contesti disciplinari (Minati, 2006), i sistemi multipli, l'Utilizzo Dinamico dei Modelli (DYSAM) come in (Minati and Pessa, 2006) e metodologie per la rilevazione del costituirsi di processi di emergenza come in (Boschetti et al., 2005; Minati and Pessa, 2006, pp. 291-313).

Vi sono stati numerosi contributi disciplinari su tematiche sistemiche, dell'auto-organizzazione e dell'emergenza come accennato al par. 3.4.

Per quanto riguarda i sistemi sociali ci limitiamo a menzionare un paio di tematiche particolarmente significative per la loro strategicità.

a) Etica, emergenza, organizzazione

Un contributo innovativo, come introdotto in vari lavori, è stato quello relativo al considerare l'etica come generata da processi di emergenza (Minati, 2002) o di strutturazione (Minati, 1995; 1999; Minati and Resconi, 1996), introducendo la metafora dell'*etica come software* per i sistemi sociali in un contesto concettuale computazionalista. Sono così da individuare i centri ed i processi di distribuzione e somministrazione di software sociale. Inoltre si è considerato di operare con approcci di tipo economico, come la considerazione dell'efficacia e redditività di un'etica e della convenienza di operare secondo un'etica capace di mantenere struttura nei sistemi sociali e quindi di mantenere valore. Tali tematiche sono riconducibili solo superficialmente a quelle dell'*etica normativa*, operante con strumenti quali quelli del codice e bilancio etico ed adiacente con le tematiche della qualità. Infatti tale approccio è di natura simbolica, normativa appunto, mentre ci si riferisce agli aspetti emergenti ed agli effetti sullo stesso sistema generante che per gestirla non può considerarla linearmente una norma, ma deve saperne individuare i micro-processi comporta-



mentali generativi e le interazioni tra loro (Minati and Pessa, pp. 336-346).

b) Cenni allo sviluppo come proprietà di sistemi di crescita

Il concetto, introdotto in letteratura (Minati and Pessa, 2006, pp. 321-336) si riferisce al fatto che vi possono essere diversi tipi di sviluppo. Da un lato lo sviluppo può essere visto come armonicità tra processi di crescita all'interno di determinate condizioni al contorno (si veda l'appendice 1).

Un altro approccio è quello di considerarlo *emergente* da sistemi di processi di crescita. In questo caso si considereranno processi di emergenza da popolazioni di curve di crescita interagenti.

Il tema è di particolare interesse quando si considera il concetto di *sviluppo sostenibile*. Nella sua versione originale, introdotta dal rapporto Brundtland *Our Common Future*, 1987, sviluppato nel contesto delle Nazioni Unite, uno sviluppo è considerato sostenibile quando non basato su un consumo di risorse ad un ritmo superiore a quello necessario per il loro ricostituirsi e neppure basato sullo sottosviluppo di altri sistemi con cui si interagisce, del cui sottosviluppo si ha bisogno per crescere.

Secondo quanto abbiamo precedentemente introdotto uno sviluppo sarebbe sostenibile quando è basato su processi di crescita sostenibili.

Tuttavia questa linearità nella conservazione della sostenibilità non è garantita quando vi è un processo di emergenza. Il processo di emergenza, e cioè il considerare sistemi di crescita, fa sì che la sostenibilità dei processi di crescita non garantisca la sostenibilità dello sviluppo. D'altra parte, risorse generate dal sistema di crescita, come le scoperte scientifiche e tecnologiche, potrebbero sopperire alla non sostenibilità dei processi di crescita.

E' la sostenibilità generabile solo da organizzazione, modellizzazioni basate su computabilità simbolica?

Queste considerazioni si potrebbero prestare a strumentalizzazioni da parte di chi ha interesse a bruciare risorse senza preoccuparsi della non sostenibilità. L'emergenza di uno sviluppo sostenibile da processi di crescita non sostenibili è una possibilità, ma non deve essere un pretesto.

CONCLUSIONI

Si sono introdotti alcuni riferimenti alla visione sistemica, distinguendo tra sistemi costituiti da organizzazione, emergenza e combinazione dei due aspetti.

Si è fatto particolare riferimento al processo di emergenza in contrasto con quello di progettazione ed organizzazione.

La Sistemica, basata sul ruolo costruttivistico dell'osservatore, sull'inter e transdisciplinarietà è di per se stessa di natura progettuale. Questo approccio è inoltre in grado di studiare se stesso, come nelle scienze cognitive, quando la scienza studia l'organo che la crea, il cervello. Facendo riferimento all'emergenza, la progettualità della scienza non va considerata solamente in modo esplicito, simbolico di *natura organizzativa*. *La scienza è di per se stessa emergente e non sommativamente composta da diverse attività disciplinari*. Analogamente ai processi evolutivi, le progettualità contribuiscono a far continuamente emergere il progetto complessivo, che così non ha autore come per i processi evolutivi e di emergenza in genere.

La Sistemica non va però considerata un punto d'arrivo, ma piuttosto una via verso livelli di astrazione e generalizzazione sempre maggiori. Il miglior risultato della Sistemica sarà quello di aver contribuito al suo superamento.

La tematica relativa alla *scienza come progetto* è cruciale per le *Società Post-Industriali* (Bell, 1973; Druker, 1968; 1970) nelle quali la risorsa principale è la conoscenza. La tematica può essere affrontata almeno a due livelli corrispondenti ai due

modi indicati con cui si costituiscono i sistemi.

Uno per cui la scienza è vista come un'attività *imprenditoriale* i cui risultati sono frutto, in breve, di organizzazione, management ed investimenti.

Un altro per cui la scienza emerge *in modo evolutivo* dall'attività umana nel suo complesso.

Come abbiamo visto i due aspetti sono spesso simultanei.

La Sistemica permette di descrivere e quindi distinguere questi due livelli da gestire appropriatamente. I processi di emergenza possono essere *gestiti* non certo organizzandoli o decidendoli, in quanto in tal caso non sarebbero più tali, cosa che accade nei sistemi sociali quando si confonde, spesso volutamente, *libertà con libertà di scelta (prestabilite, come i canali sul telecomando)*. Essi possono essere a) *indotti* operando con modelli che tengano conto di *parametri d'ordine* cruciali per l'emergere di scienza come il linguaggio, la rappresentazione della conoscenza e la sua gestione, i valori, la *auditabilità* e la competitività e b) *gestiti*, come abbiamo accennato, agendo sulle condizioni contestuali (disponibilità della conoscenza e sul modo di interagire degli elementi).

La scienza si trova così a studiare se stessa e progettare i processi da cui emerge.

In economia, ad esempio, si stanno costituendo esperienze di natura simile per sostenere processi emergenti come i *distretti industriali* (insiemi di imprese geograficamente prossime ed economicamente interconnesse tali da costituire un sistema, come la Silicon Valley per l'informatica, l'industria della seta nell'area di Como, l'industria tessile nell'area di Prato e quella calzaturiera nell'area di Napoli) ed i mercati in generale.

Accenniamo solamente come tale impostazione si possa concettualmente applicare alla disputa tra *creazionismo* (anche detto *progetto intelligente*) ed *evoluzionismo*.

Va rilevato come il creazionismo *riduca* il capire all'individuazione di cause. Nella storia dell'uomo quando si sono presentati problemi per i quali non si era in grado di individuare le cause esplicative si è fatto ricorso a *rappresentazioni* delle cause che, da sconosciute ed incomprensibili, acquisivano un nome e quindi un'identità autonoma. Il loro comportamento sostituiva la teoria esplicativa mancante. Lo studio dei processi di emergenza in genere è una risorsa per costruire teorie esplicative in contesti la cui complessità è irriducibile alle dinamiche causa-effetto. Inoltre il *capire* stesso è un processo molto complesso. Dal secolo scorso la scienza ha iniziato a cercare di capire se stessa, e cioè lo stesso capire (scienze cognitive).

Potrà lo studio dell'emergenza contribuire a capire il passaggio della materia dalla fase *non vivente* a quella *vivente* che innesca a sua volta processi evolutivi che arrivano a far in modo che la materia *si capisca*, all'emergere della coscienza e, come dice Edelman, della coscienza di essere cosciente?

APPENDICE

Riferendoci a sistemi socio-economici la *crescita* può essere considerata come un processo incrementale descritto ad esempio da curve logistiche (crescita decrescente), il cui grafico è indicato in fig. 1:



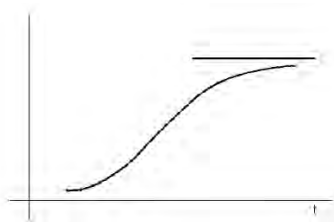


fig. 1 - Un esempio di curva logistica

Un processo di *sviluppo* può essere rappresentato in modo elementare considerando:

1. sia la successione nel tempo delle crescite relative ad un singolo processo, attivate ad esempio dall'innovazione in campo economico (fig. 2).

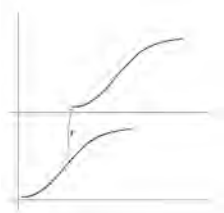


fig. 2 - Uno schema illustrante il passaggio da una curva di crescita ad un'altra basata su innovazione nell'uso di ciò che è disponibile

2. sia l'*armonicità* dei processi di crescita del sistema in esame in base ad un piano, un progetto di sviluppo. L'*armonicità* è così intesa come un fatto interno al sistema stesso, quasi fosse un aspetto inerente alla coerenza, alla reciproca compatibilità tra i processi di crescita stessa. Concettualmente si opera con considerazioni basate sul presupposto di operare in sistemi chiusi. Ad esempio crescite disarmoniche di vari aspetti aziendali come produzione, distribuzione, aspetti finanziari e risorse umane porteranno al fallimento. Allo stesso modo quando si parla di sviluppo di un bambino si parla dell'*armonicità* tra crescite. Disarmonicità nella crescita di singoli aspetti porteranno a irregolarità antropometriche spesso di natura patologica.

3. fasi della crescita

Facendo riferimento alla crescita logistica possiamo indivi-

duare quale sia, avendo in mente un'ipotetica attività aziendale, il *luogo* opportuno per attività del quali (fig. 3):

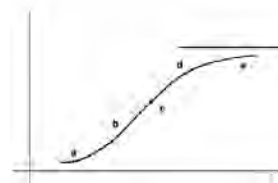


fig. 3 - Curva logistica con indicati i punti per gli eventi a - e

a - fare cose vecchie in modo nuovo e cioè *produrre in modo più efficiente grazie a nuove forme organizzative e/o a nuove tecnologie, prodotti già noti ed in uso corrente;*

b - fare cose nuove in modo nuovo e cioè *produrre nuovi prodotti o fornire nuovi servizi in base a nuove forme organizzative e/o nuove tecnologie;*

c - fare cose nuove in modo vecchio e cioè *usare vecchi sistemi di produzione e/o vecchie forme organizzative per produrre nuovi prodotti e offrire nuovi servizi: Usare cioè in modo innovativo le risorse produttive già disponibili;*

d - usare in modo vecchio le cose nuove e cioè *usare nuovi prodotti e nuovi servizi in modo non adeguato allo sfruttamento di tutte le loro potenzialità, riproducendo usi tradizionali usando tecnologie nuove;*

e - usare in modo vecchio le cose vecchie e cioè *riprodurre in modo massivo usi di tecnologie e servizi già consolidati, perseguendo solo "economie di scala".*

Un primo schema per rappresentare processi di sviluppo potrebbe riferirsi al *passaggio tra curve di crescita* come indicato in fig. 2 ove è considerato il caso della crescita con limite descritta da una logistica.

Consideriamo ora un sistema di curve di crescita logistiche come in figg. 2 e 3 e notiamo come il passaggio da una all'altra, riferendoci ad un'ipotetica attività aziendale, possa essere l'evento in cui:

f - si usano in modo nuovo le cose vecchie, ad esempio in conseguenza all'introduzione di un'innovazione.

I temi precedenti sono ampiamente illustrati in (Minati and Pessa, 2006, pp. 324-330).

Bibliografia

- Anderson J.R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Anderson J.R. (1993). *Rules of the Mind*, Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Baas N.A. (1994). Emergence, Hierarchies and Hyperstructures, In: *Artificial Life III* (C. G. Langton, ed.), Addison-Wesley, Redwood City, CA, pp. 515-537.
- Baas N.A. and Emmeche C. (1997). On Emergence and Explanation, *Intellectica* 25:67-83.
- Bedau M. (1997). Weak emergence. *Philosophical Perspectives* 11:375-399.
- Bell Daniel (1973). *The Coming of Post-Industrial Society. A Venture in Social Forecasting*. NY, Basic Books.
- Berger P. L. and Luckmann, T. (1966). *The Social Construction of Reality*, Penguin Books, New York.
- Boschetti, F., Prokopenko, M., Macreadie, I. and Grisogono, A-M, 2005, Defining and detecting emergence in complex networks, In: Proceedings of Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, 9th International Conference, KES., Melbourne, Australia, September 14-16, 2005, Part IV, volume 3684 of Lecture Notes in Computer Science, pages 573-580, (R. Khosla, R. J. Howlett, and L. C. Jain, editors).
- Butts R. and Brown J. (eds.) (1989). *Constructivism and Science*, Kluwer, Dordrecht, Holland.
- Corning P. (2002) The Re-emergence of 'Emergence': A Venerable Concept in Search of a Theory, *Complexity* 7(6):18-30.
- Crick F., (1994). *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. Scribners.
- Crick F. and Koch C. (1995). Are we aware of neural activity in primary visual cortex? *Nature* 375: 121-123.
- Crutchfield J.P. (1994a). The Calculi of Emergence: Computation, Dynamics and Induction. *Physica D* 75: 11-54.
- Crutchfield J.P. (1994b). Is Anything Ever New? Considering Emergence, In: *Complexity: Metaphors, Models, and Reality*, (G. Cowan, D. Pines and D. Melzner, eds.), Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity, volume XIX, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, pp. 515-539.
- Della Torre, S., and Minati, G., (2004), Conservazione e recupero del costruito, *Il Progetto Sostenibile*, Edicom Edizioni, 2(2):12-17.

- Di Battista V. Giallocosta G. and Minati G., eds., (2006). *Architettura e Sistemica*, Polimetrica, Milno.
- Drucker P.F. (1970). *Technology, Management & Society*, Harper & Row, New York (trad. it. *Tecnologia, management e società*, Etas Kompass, 1971)
- Drucker P.F. (1968). *The Age of Discontinuity*, Heinemann, London (trad. it. *L'era del discontinuo*, Etas Kompass, 1970)
- Gubernan S. and Minati G. (2007). *Dialogue about systems*. Polimetrica, [http://www.polimetrica.com/?p=productsMore&iProduct=41&sName=Dialogue-about-Systems-\(Shelia-Guberman,-Gianfranco-Minati](http://www.polimetrica.com/?p=productsMore&iProduct=41&sName=Dialogue-about-Systems-(Shelia-Guberman,-Gianfranco-Minati) Milano, Open Access Publication.
- Harnad S. (1990). The Symbol Grounding Problem, *Physica D* 42:335-346.
- Holland J. H. (1998). *Emergence from Chaos to Order*, Perseus Books, Cambridge, MA.
- Jaynes J. (2002). *Il crollo della mente bicamerale e l'origine della coscienza*. Adelphi, Milano.
- Koffka K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. Lund Humphries, London.
- Kohler W. (1975). *Gestalt Psychology. A mentor Book*. New York and Scarborough, Ontario.
- Licata I. (2003). Osservando La Sfinge-La realtà virtuale della fisica quantistica, Di Renzo editore, Roma.
- Maturana HR. and Varela F. (1992). *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Shambhala, Boston, MA.
- Minati G. (1995). *Detecting Ethics in Social systems*, in Critical Issues in Systems Theory and Practice, Plenum Press
- Minati G. (1999). *La Centralità dell'etica nell'impresa*, Edizioni Scientifiche e Tecniche Europee (ESTE), numero 9 (11)
- Minati G. (2002). Ethics as emergent property of the behavior of living systems. In: *Encyclopaedia of Life Support Systems*, Vol. 1, Systems Science and Cybernetics, (Parra-Luna F. ed.), EOLSS Publishers, Oxford, UK.
- Minati G. (2004). *Teoria Generale dei Sistemi, Sistemica, Emergenza: un'introduzione*, Polimetrica www.Polimetrica.com, Monza, Milano.
- Minati G. (2006). Towards a Second Systemics, in *Systemics of Emergence: Research and Applications, Proceedings of the Third Italian Systems Conference*, (G. Minati, E. Pessa, M. Abram, eds.), Springer, New York, pp.667-682.
- Minati G. and Resconi G. (1996). *Detecting Meaning*, In: Proceedings of the 3rd European Conference of the European Systems Union (E. Pessa, N. Penna, A. Montesanto, eds.), Kappa, Rome.
- Minati G. and Pessa E. (2006). *Collective Beings*. Springer, New York.
- Minati G. Pessa E. and Abram M., eds., (2006). *Systemics of Emergence. Research and Applications*, Proceedings of the Third Italian Systems Conference, Springer, New York.
- Peirce C.S. (1998). Harvard Lectures on Pragmatism. In: *The Essential Peirce: Selected Philosophical Writings, 1893-1913*, (N. Houser, J. R. Eller, A. C. Lewis, A. De Tienne, C. L. Clark and D. B. Davis, eds.), Indiana University Press, Bloomington, IN, Chapters 10-16, pp. 133-241.
- Pessa E. (2002). What is emergence?, In: *Emergence in Complex Cognitive, Social and Biological Systems*, (G. Minati, E. Pessa, eds.), Kluwer, New York
- Pessa E. (2006). Physical and Biological Emergence: Are They Different? In: *Systemics of Emergence: Applications and Development* (G. Minati, E. Pessa and M. Abram, eds.), Springer, New York, pp. 355-374.
- Ronald E. M. A. Sipper M. and Capcarrere M. S. (1999). Design, observation, surprise! A test of emergence, *Artificial Life* 5:225-239.
- Rueger A. (2000). Physical emergence, diachronic and synchronic, *Synthese* 124:297-322.
- Skinner B. F. (1938). *The behavior of organisms: an experimental analysis*. Appleton-Century-Crofts, New York.
- Skinner B. F. (1953). *Science and Human Behavior*. Macmillan, New York
- Vitiello G. (2001). *My double Unveiled: the dissipative quantum model of brain*. John Benjamins B. V., Amsterdam.
- Van Gigh J. P. (1991). *System Design Modeling and Metamodeling*. Plenum Press, New York.
- Von Bertalanffy L. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. Braziller, New York. Edizione italiana *Teoria generale dei sistemi*, Oscar Mondatori, Milano, 2004.
- Von Foerster H. (1979). Cybernetics of Cybernetics. In: *Communication and Control in Society* (K. Krippendorff, ed.), Gordon and Breach, New York, pp.5-8.
- Von Foerster H. (1981). *Observing Systems, Selected Papers of Heinz von Foerster*. Intersystems Publications, Seaside, CA.
- Von Foerster H. (2003). *Understanding Understanding: Essays on Cybernetics and Cognition*. Springer, New York.
- Von Glasersfeld E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Learning (Studies in Mathematics Education)*. RoutledgeFarmer, New York.
- Watzlawick P. (ed.) (1983). *Invented Reality: How Do We Know What We Believe We Know?*. Norton, New York.
- Wertheimer M. (1925). Vortrag vor der KANT-Gesellschaft, *Philosophische Zeitschrift für Forschung und Aussprache* 1:39-60.
- Wertheimer M. (1959). *Productive thinking*. New York, Harper & Brothers Publishers..

Gianfranco Minati, matematico, è Adjunct Associate Professor presso l'OHIO State University e Doctoral Lecturer al Politecnico di Milano presso il Dip.Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito(BEST). E' Consulting Faculty presso la "Saybrook Graduate School and Research Center", San Francisco (CA), USA e Fondatore e Presidente della Società Italiana per la Ricerca sui Sistemi (AIRS); è co-presidente dell'Unione delle Società Europee di Sistemica; rappresentante italiano presso l'International Society for the Systems Sciences (ISSS) e presso l'International Federation for System Research (IFSR) University of Linz, Austria. E' membro del comitato editoriale di "Systems Research and Behavioral Science" e di prestigiose associazioni tra cui l'AAAS-American Association for the Advancement of Science, l'ACM-Association for Computing Machinery (USA), l'AFSCET-Association Française de Science des Systèmes Cybernétiques, Cognitifs et Techniques, l'ASC-American Society for Cybernetics; la Cognitive Science Society; l'IEEE-The Institute of Electrical and Electronics Engineers (USA), l'ISSS-International Society for Systems Sciences (USA), la New York Academy of Sciences (USA) e la UKSS-United Kingdom Systems Society. E' autore di varie pubblicazioni nel campo della sistemica, i suoi interessi di ricerca, come la sua attività, sono centrati sulla teoria dell'emergenza, gli esseri collettivi, l'uso dinamico dei modelli e l'etica per lo sviluppo sostenibile. Tra i suoi lavori recenti ricordiamo *Collective Beings*, con Pessa E.) Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2006 e *Dialogue about Systems* (con Shelia Guberman), Polimetrica, Milano, 2007.

La formazione come luogo della costruzione di un'etica della complessità

Edgar Morin

EDUCARE GLI EDUCATORI Una riforma del pensiero per la democrazia cognitiva

Edup, Roma, 2005

a cura di Martino Incarbone

Il volumetto *Educare gli educatori, una riforma del pensiero per la democrazia cognitiva*¹, essendo strutturato a brevi saggi, si configura quasi come una conversazione tra il sociologo francese e il lettore, una conversazione veramente a tutto campo, superficiale si direbbe, ad una prima lettura, in quanto dimostra di voler trattare in modo pertinente pressoché ogni campo del sapere o, ancora più arditamente, del vivere dell'uomo sulla terra. Non è un pensiero che convince, che piega il lettore alle ragioni esposte, è un pensiero sussurrato, percorso da parecchie intuizioni ed affermazioni generali che toccano l'esistenza dell'uomo e che, sempre ad una prima lettura, sembrano adagiarsi sotto il velo dolce e rassicurante del senso-luogo comune; si comprende però sin dall'inizio che le affermazioni e le intuizioni, che riguardano politica, scienza ed etica, sono frutto diretto dell'evoluzione del pensiero e la storia personale del filosofo francese, dalla sua azione politico culturale dei primi anni, alla sociologia della cultura, alla approfondita riflessione attorno alla sistemica e ricorsiva complessità del mondo, per approdare alla tematizzazione dell'etica o meglio dell'antropo-etica.

Nella prima intervista (del 1997) contenuta nel volumetto, *Educare gli educatori*², si tesse un filo che lega politica, conoscenza ed etica: quando Morin è stimolato a prendere posizione sulla configurazione internazionale del mondo e afferma che gli stati nazione sono "mostri paranoici incontrollabili se non con la minaccia reciproca" vuole colpire direttamente il cuore delle tesi che stanno alla base della teoria delle relazioni internazionali, come

la tesi dell'anarchia dell'arena internazionale e dell' minaccia-uso della forza come sola garanzia di sopravvivenza degli stati stessi; colpisce al cuore un altro ganglio vitale della scienza politica quando afferma che lo stato nazione è vittima di una terribile malattia, la purificazione, che va incontro al bisogno di far coincidere con lo stato attraverso l'epurazione; è quasi un postulato della scienza politica il fatto che condizione essenziale per la sopravvivenza di una comunità politica è quella di mantenere in condizioni di stretta minoranza le parti di popolazione non omogenee culturalmente ed etnicamente al ceppo maggioritario; bersaglia tra le righe il concetto di ragion di stato che scolorisce di fronte al pericolo di morte che minaccia il pianeta indicando la nostra salvezza collettiva nella capacità di evitare il disastro di

stizia mondiale, come centro catalizzatore per la risoluzione dei grandi problemi del mondo come il nucleare, il traffico di droga, l'AIDS, la povertà. Cerca poi di superare il concetto politico per antonomasia, *amicus-hostis*, con la necessità di sottolineare ciò che unisce, ciò che lega, ciò che permette di comprendere l'altro per raggiungere il sentimento di fraternità umana. Come raggiungere tutto ciò? Come superare ciò che l'uomo è da sempre? Riconoscendo anzitutto i segnali di crisi di questo modo di agire (la crisi dello stato nazione, i movimenti globali per i diritti dell'uomo) e riconoscendo i segnali di crisi di questo modo di pensare soprattutto (la crisi della scienza classica, la ricerca di multidisciplinarietà, la nascita di nuove scienze multidisciplinari con al centro l'uomo). Tutto ciò seguito da piccoli passi, attraverso piccoli gruppi con il meccanismo della disseminazione gratuita, attraverso la riforma del pensiero e l'educazione alla complessità che va ad intaccare strutture mentali e istituzionali per introdurre la democrazia cognitiva, perché si colmi la frattura tra la tecnoscienza iperspecializzata e le conoscenze a disposizione dei cittadini: ciò è tanto più necessario quanto più i problemi politici più pressanti hanno una forte componente scientifica che è solitamente riservata alle valutazioni dei tecnici; di fronte ad uno scenario simile si rende necessario un sapere organizzativo non quantitativo, un pensiero complesso che permette di rilegare insieme gli elementi che fanno parte di uno stesso sistema. Verso la fine dell'intervista emerge il discorso etico, simile ed opposto a quello cristiano: è pressante la necessità di amarsi, di capirsi ma non tanto perché così si sarà salvati, quanto perché altrimenti il mondo sarà perduto (il Vangelo della Perdizione annunciato nel suo libro *Terra-Patria*). Se l'antropologia dimostra che l'umanità è *unitas multiplex*, che abbiamo tutti le stesse cose ma sempre diverse, da questo deriverebbe sempre una posizione etica del rispettare nell'altro ciò che è simile a noi e ciò



una prematura fine dell'umanità e indica l'Organizzazione delle Nazioni Unite, organismo elogiato nei discorsi e bistrattato nei fatti da tutta la comunità politica e scientifica, come possibile propulsore di un garante della giu-

che è differente da noi, ne deriverebbe una atropo-etica che consacra l'uomo in quanto individuo e l'umanità in quanto umanità.

Nel saggio che segue l'intervista, *Un nuovo pensiero per il terzo millennio*³, Morin approfondisce la necessità di un sapere multidimensionale e contestualizzato: è necessario tornare ai problemi dei bambini con la consapevolezza degli adulti, è necessario mettere a fuoco i grandi problemi del mondo che sono trasversali alle scienze, transnazionali, complessi, transdisciplinari e nella nostra epoca addirittura planetari. Le nuove scienze sono ormai emerse, la cosmologia, le scienze della terra, l'ecologia, l'astrofisica così come la teoria delle organizzazioni, la cibernetica, sono emerse ed hanno spazzato via i compartimenti stagni che dividevano le discipline scientifiche.

Ma in cosa si concretizza la riforma del pensiero? Quali sono i presupposti della democrazia cognitiva? Di tutto ciò tratta la seconda intervista a Morin, *La riforma del pensiero presuppone una riforma dell'essere*⁴; la riflessione prende le mosse dal fatto che ciascun uomo è a sua volta "individuo", "parte di una specie" e "parte di una società", ciascuno di noi è causa e prodotto della società e per questo una riforma della società implica e presuppone una riforma dell'individuo, in un circolo virtuoso. Per ciò che riguarda l'individuo la necessità pressante è di avere un pensiero "corretto", un pensiero cosciente della complessità, consapevole degli effetti perversi di certe buone intenzioni, ed estremamente comprensivo nei confronti degli altri in modo da creare piccoli gruppi che costituiscono una sfida credibile e diffusa alla minaccia di estinzione del mondo. È paradossale che la comprensione dell'altro sia in diminuzione a beneficio dell'individualismo, dell'egocentrismo, di tutti i fattori che hanno degradato le solidarietà proprio nel momento in cui è in continuo aumento la disponibilità di strumenti per comprendere, dalle conoscenze ai mezzi tecnici.

Tutta la riflessione del volume non ruota attorno né al concetto né alla teorizzazione, ma al problema etico dell'umanità, visto ed interpretato dall'angolazione particolare della complessità, pivot attorno al quale si sviluppa tutto il lavoro scientifico del grande pensatore francese. Le tesi che sottopone non sono strabilianti e nemmeno molto innovative rispetto sia alle grandi costruzioni etiche come religioni e filo-

sofie, sia più prosaicamente rispetto ai programmi degli attuali partiti politici o ai principi enunciati nei documenti delle Organizzazioni Internazionali e nei Programmi dei ministeri dell'istruzione dei paesi occidentali. Anzi sono anche molto facilmente soggette a critiche fondate ed argomentate da parte sia di scienziati che di pensatori politici che da filosofi; perché auspicare la comprensione reciproca? Perché auspicare la fraternità, addirittura l'amore tra gli uomini? Perché invocare l'ONU come risolutore delle controversie internazionali e foro adatto per affrontare insieme i grandi problemi del mondo di oggi? La particolarità delle affermazioni moreniane sta nella loro profonda radice teorica che mette al sicuro e dà solidità al suo pensiero ed alle sue proposte. Chi avesse avuto occasione di accostarsi al pensiero di Morin, ai suoi scritti sociologici, alla sua opera *La Methode* sicuramente sente riecheggiare i principi, le intuizioni, le scoperte della sociologia del grande maestro francese. Tenendo conto di tutto ciò non si corre il rischio di scambiare le affermazioni di Morin con un atteggiamento buonista o forzatamente politicamente corretto: tutto è ben radicato scientificamente, in una scienza sociale certo non ortodossa o ossequiosa di scuole o tradizioni sociologiche, in una scienza sociale che si pone in rottura con la tradizione ma allo stesso tempo interpretandone fedelmente la linea di evoluzione, che si staglia solitaria ma orgogliosa nel panorama scientifico attuale cercando allo stesso tempo di lanciare il maggior numero di ponti verso altri paradigmi ed affondando solide radici nella migliore riflessione epistemologica del secondo novecento.

Il pensiero di Morin è infatti fortemente antitradizionale e al di là degli schemi che orientano ed hanno orientato la scienza sociale della seconda metà del Novecento, non solo dal punto di vista delle implicazioni etiche sia per ciò che riguarda la teoria. Nella prefazione alla prima edizione di *Le regole del metodo sociologico*, Durkheim scrive: "En effet l'essence du spiritualisme ne tient-elle pas dans cette idée que les phénomènes physiques ne peuvent pas être immédiatement dérivés des phénomènes organiques ? [...] Comme les spiritualistes séparent le règne psychologique du règne biologique, nous séparons le premier du règne social"⁵. Edgar Morin come si situa in un punto di vista diametralmente opposto a questo: il suo è un

pensiero che lega, non che divide; che insieme alle differenze mostra le similitudini, le interazioni e le dipendenze; che rifiuta la monocausalità, che vuole in tutti i modi ed in tutti i campi (dall'antropologia, alla sociologia, alla politica) proporre discorsi e spiegazioni che rispettino il più possibile la complessità, la multidimensionalità, l'interdipendenza del mondo. Scrive infatti: "Comme on le sait, la théorie régnante de l'homme se fonde, non seulement sur la séparation, mais sur l'opposition entre les notions d'homme et d'animal, de culture et de nature, et tout ce qui n'est pas conforme à ce paradigme est condamné comme 'biologisme', 'naturalisme', 'évolutionnisme'."⁶ Tutto il suo pensiero è modellato sulla multidimensionale unità dell'uomo, che è allo stesso tempo fenomeno fisico, biologico, sociale, culturale.

Tre in particolare sono i punti che si vogliono ora portare all'attenzione del lettore per illustrare la profonda pertinenza delle affermazioni moreniane sopra esposte nel quadro della sociologia contemporanea: in primo luogo l'interdisciplinarietà e unità allo stesso tempo, in secondo luogo la novità dell'antropologia peninsulare, in terzo luogo l'approfondimento generoso, addirittura la fondazione si potrebbe azzardare, del paradigma della complessità.

Anzitutto dunque è lo stesso pensiero di Morin è fondamentalmente interdisciplinare, polidisciplinare, transdisciplinare.⁷ Si occupa di questioni transdisciplinari con metodo transdisciplinare, e ciò si può vedere in tutti i suoi scritti da quelli di antropologia, a quelli di politica passando per l'epistemologia, il campo al quale ha dedicato i suoi sforzi maggiori. Scrive: "D'une manière générale, dès que vous avez un objet ou tous les éléments sont en relation, vous faites appel aux différents spécialités concernés par cet objet, tout en vous cultivant, en incorporant les connaissances clés de leurs disciplines."⁸ Egli spazia infatti con grande capacità intuitiva e pertinenza tra i vari campi del sapere, tra le varie discipline scientifiche raccogliendo all'interno di esse i concetti fondamentali e collegandoli in modo pertinente ai concetti fondamentali delle altre discipline. In alcuni suoi scritti come vedremo mette a tema la transdisciplinarietà e ne spiega, ancora una volta, il grande valore euristico ed epistemologico; in particolare opposizione ad un certo tipo di specializzazione e di frammentazione

disciplinare. "Il serait tout à fait insatisfaisant de se contenter de convoquer ces disciplines autour d'une table ronde [...] Ce n'est pas une nécessité de juxtaposition de facteurs isolés, mais de leurs interactions au sein d'un système global"⁹. La transdisciplinarité dunque "ce n'est pas seulement une nécessité euristique, c'est une nécessité parce que l'individu dissocié entre organisme (biologie) et esprit (psychologie) perd sa réalité d'individu". Il pensiero di Morin è allo stesso tempo pensiero profondamente unitario; unitario però, non secondo una concezione determinista o organicista. È una unità che riposa nell'unità del mondo e dell'uomo; non è una unità di punto di partenza, di mono-spiegazione: è unità di punto di arrivo, di ricostruzione e di ricomposizione di senso. È l'unità delle parti in inter-relazione: "Dès le XVIIème siècle, deux types de pensée se posaient. Celui de Descartes (qui a triomphé) disait 'Quand je vois un problème trop compliqué, je divise ses difficultés en petites parties et une fois que je les ai toutes résolues, j'ai résolu le tout'. Celui de Pascal disait 'Je ne peut pas comprendre le tout si je ne connais pas les parties et je ne peux pas comprendre les parties si je ne connais le tout', invitant à une pensée en navette."¹⁰ È pensiero unitario nel senso che, come lui stesso afferma, ogni sua opera è contenuta e contiene secondo il principio ologrammatico tutte le sue altre opere. In questo senso, leggendo Morin, è semplice individuare e ricostruire la linea di fondo che lega ogni sua riflessione: affronta gli argomenti più svariati con l'impostazione della complessità, con il tentativo di creare legami, con la ricerca della sintesi nel senso etimologico del termine.

In seconda istanza il pensiero di Morin ricerca una nuova antropologia (peninsulare): "Ancrer la science de l'homme sur une base naturelle"¹¹; ciò è vero sin dai suoi primi scritti: "Mi venne l'idea [scrive parlando a proposito del suo libro *L'homme et la mort* del 1951] di trattare della morte da un punto di vista ad un tempo antropologico, sociale, storico, e biologico, di considerare cioè la morte come un 'fenomeno umano totalE, per riprendere l'espressione di Marcel Mauss. [...] Vengo a scoprire che la morte, fenomeno totalmente biologico, è nel contempo, fin dalla preistoria, un fenomeno umano totalmente culturale. Mi si impone l'idea che in ogni realtà umana occorra integrare la realtà biologica e

quella mitologica."¹² Scrive ancora: "Ainsi, le schéma multipolarisé que nous avons dessiné vaut pour comprendre, non seulement l'homínisation mais tout ce qui est humain. Cette proposition générale signifie entre autres que toute unité de comportement humain (praxique) est à la fois génétique/cérébrale/sociale/culturelle/écosystémique. [...] Ce schéma implique un autre polycentrisme, celui, bien connu, entre l'espèce, la société, l'individu."¹³ Da questo terreno deriva appunto la nuova antropologia di Morin che è portatrice di una idea di uomo che salvaguarda l'originalità, irriducibilità, la specificità antroposociale dell'uomo fondandola allo stesso tempo, alimentandola e legandola alla vita. Tutto questo per rompere con la visione idealista di un uomo soprannaturale, con una visione disgiuntiva, nella quale la vita (intesa in senso biologico) è rilevante per lo studio dei geni e del corpo mentre non riguarda lo spirito e la società.

In terza istanza, per ciò che riguarda la complessità, Edgar Morin è un pioniere perché come lui stesso scrive "La complexité a du mal à émerger tout d'abord parce qu'elle n'as pas été le centre de grands débats et de grandes réflexions, comme par exemple ça a été le cas de la rationalité. [...] La scientificité, la falsifiabilité sont des grands débats dont on parle"¹⁴; ne constata la difficoltà di ricezione nel pensiero sociologico, lamentandone anche una bibliografia assai ridotta (se confrontata con altri problemi cardine delle scienze sociali). Ne individua il percorso più noto attraverso l'articolo di Weaver, collaboratore di Shannon, che scrisse riguardo alla teoria dell'informazione 'Science and complexity' apparso sullo *Scientific American*; la teoria 'On self reproducing automata' di von Neumann che confronta la complessità delle macchine naturali con quella degli automi artificiali; l'opera di von Foerster in particolare 'On self organising systems and their environment'; l'articolo 'Architecture of complexity' di Herbert Simon; l'opera di Henri Atlan, in particolare quella dedicata all'emergenza della vita *Entre le cristal et la fumée*; ricorda anche un articolo di von Hayek 'The theory of complex phenomena' in *Studies in philosophy, politics and economics*.¹⁵ A partire da questi presupposti Morin imposta la sua indagine e il suo lavoro, mettendo in atto la sua propria epistemologia della complessità. Vediamo ora più nel dettaglio come si compone questa epi-

stemologia.

Come si può intuire da queste sintetiche linee dunque, le istanze etiche di cui Morin si fa portavoce pacato nelle interviste hanno un solido retroterra scientifico sulle quali poggiano saldamente; ma la pertinenza di queste istanze non si limita all'approfondimento dello studioso ma va a toccare i gangli vitali della sociologia contemporanea, ne sfida in modo egregio le più complicate aporie.

Sono interessanti in questo contesto un esempio riguardante il valore euristico ed esistenziale della transdisciplinarità nelle scienze sociali e la presa in considerazione dell'unità dell'essere umano ai fini di una teoria atroposociale pertinente. Per meglio comprendere il valore euristico della banale affermazione che l'uomo è essere fisico, biologico, fisiologico, psicologico, sociale, politico ed ecologico è utile soffermarsi sul concetto di epistemologia multilivello e su ciò che lega un livello all'altro, così come li definisce Ervin Laszlo nel suo contributo alla nota raccolta di saggi *La sfida della complessità* di Bocchi e Ceruti.

Iniziando il suo percorso con l'illustrazione di due tesi forti¹⁶, Laszlo presenta un punto di vista molto interessante e chiaro, a proposito del legame che passa tra un livello epistemologico e l'altro. Scrive infatti di seguito: "L'evoluzione decolla dal livello della natura fisica ma la trascende secondo una linea graduale di sviluppo, una costruzione teorica in grado di descrivere questo processo agirà da integratore verticale della teoria fisica con le teorie delle scienze naturali e sociali. Questa è una richiesta esorbitante e non può essere eseguita compiutamente, almeno fino ad oggi: possiamo però indicarne dei punti di partenza e tentare un'approssimazione qualitativa."¹⁷ Individua i tre livelli nella dinamica evolutiva dei sistemi termodinamici lontani dall'equilibrio, nella teoria della macroevoluzione biologica, nello schema concettuale della evoluzione socioculturale umana. Partendo dal presupposto che "un processo evolutivo unitario suppone un universo unitario, un universo unitario che sia in grado di generare un unico flusso evolutivo" e affermando che "questo flusso ha origine nel campo della fisica"¹⁸ egli afferma che la condizione per l'evoluzione in ogni livello è l'esistenza di sistemi aperti capaci di scambi costruttivi con gli altri sistemi aperti dello stesso livello; in ognuno di essi l'oggetto di scambio è diverso, può

essere energia nel caso della fisica, può essere materia nel caso dei sistemi biologici, può essere informazione nel caso dei sistemi socio-culturali. Sorge quindi il bisogno di una integrazione che non sia solamente orizzontale, limitata al singolo livello, ma anche verticale: egli individua una possibile base per l'integrazione verticale, in una teoria della dinamica evolutiva. Non si tratta però di "cercare delle prove attraverso una comparazione fenomenologica dei processi di trasformazione dei sistemi fisico-chimici e dei sistemi organici. È probabile che la fenomenologia dei processi sia diversa, giacché le popolazioni di organismi sono sistemi di gran lunga più complessi. [...] Dobbiamo ricercare le invarianti della dinamica dei processi evolutivi"¹⁹. Interpreta il primo dei due salti di livello attraverso il confronto della logica di evoluzione dei sistemi termodinamici aperti (ne abbiamo illustrato un esempio più sopra) e quella della evoluzione delle specie post-darwiniana. Ma molto più interessanti per il nostro discorso sono le considerazioni riguardo al secondo salto, quello dall'evoluzione biologica a quella socio-culturale; emerge infatti la dimensione culturale che è originata dal mondo materiale ma si sviluppa secondo logiche di legame proprie e non fisiche (identificazione, appartenenza, controllo sociale, organizzazione, assegnazione di ruoli), che sono abbastanza forti da garantire un comportamento coerente da parte di un numero molto alto di individui; questo comportamento coerente, questa monodirezionalità, è veramente strabiliante se si misura il fatto che gli elementi dell'evoluzione socioculturale sono uomini ai quali siamo soliti attribuire libertà ed intenzionalità.²⁰ È in questo campo che le integrazioni tra le diverse discipline delle scienze sociali saranno determinanti: è certo che la società è determinata dalla natura fisica dell'ambiente in cui vive e dalla quale non si può prescindere²¹, ma è altrettanto vero che gran parte delle regole di evoluzione della

società provengono dalla mente umana intesa come generatrice di quella dimensione di trasmissione dell'informazione ipercomplessa e raffinatissima che è la cultura. Questo campo si sta ormai divincolando dai lacci della riflessione filosofica (che pure è arrivata a livelli di pertinenza non trascurabili) per passare al campo della ricerca empirica (delle scienze cognitive e neuroscienze). Da questa angolatura le proposte che Morin fa riguardo ad un possibile pensiero per il terzo millennio vengono ad assumere pienezza di significato ed autorevolezza scientifica: Morin ha applicato questo paradigma di livelli distinti soffermandosi sul legame di un livello con l'altro nella sua opera principale *La Methode*, che è divisa tomi per ciascun livello, dalla natura fino all'etica.

Per approfondire il valore euristico della transdisciplinarietà nelle scienze sociali è interessante notare che: 1) Nello studio dei problemi interdisciplinari che riguardano la società nel suo complesso, ci troviamo di fronte ad un turbinio di discipline, di paradigmi, di tradizioni, di teorie; in un tale contesto, l'intuizione del singolo ricercatore è in molti casi occupata da un sovraccarico di operazioni di traduzione tra paradigmi, più di quanto non lo sia per lo studio dei problemi rilevanti per la propria materia.²² 2) La tendenza alla interdisciplinarietà è segno del progredire in profondità della scienza; "Il ne faut pas donc concevoir l'interdisciplinarité comme un objectif abstrait, mais plutôt comme un mouvement sans cesse déclenché par les besoins de la recherche scientifique"²³ È chiaro

infatti come il progresso dell'interdisciplinarietà dipenda dal progresso delle singole discipline. D'altra parte "Les résultats les plus prometteurs de l'évolution de la connaissance scientifique semblent actuellement être conquis aux frontières communes à différentes disciplines."²⁴ E ciò è ben presente al mondo scientifico: "Selon Wolfgang Mommsen, l'histoire est essentiellement transdisciplinaire puisqu'elle profite du travail accompli dans nombre d'autres disciplines et qu'à certaines époques elle a prétendu au rôle de discipline majeure."²⁵ 3) Agli studiosi che si avventurano nel terreno non battuto dalla propria disciplina, trovano concetti che sono parzialmente sovrapponibili a quelli esistenti nel proprio paradigma, non solo formalmente o concettualmente ma in modo sostanziale si riferiscono a cose simili. Per esempio, per ciò che riguarda le premesse cognitive all'azione, il lebenswelt di Habermas, l'habitus di Bourdieu, il paradigma di Kuhn, gli idoms of understanding di Oaekshott, il referenziale di una politica pubblica, il cronotopo nell'analisi di un testo letterario, pur essendo concetti elaborati in contesti, in discipline, in logiche diverse si può intuire che abbiano qualcosa in comune. Sarebbe interessante studiare approfonditamente queste *trasversalità concettuali*; se infatti attraverso percorsi diversi, tentando di affrontare problemi diversi si è giunti a qualcosa di simile si può pensare che ci sia qualcosa di molto pertinente in gioco. Ciò richiederebbe anzitutto l'individuazione intuitiva delle trasversalità concettuali, in seguito il loro approfondimento



Conferimento della laurea honoris causa in Scienze dell'Educazione ad Edgar Morin, Università di Bergamo 2003

all'interno di ciascuna disciplina, per tentare poi una indagine incrociata che permetta di dare un contenuto a concetti cruciali, spesso conosciuti solo dall'esterno. 4) Esistono poi *concetti trasversali* nati in un ambiente disciplinare che dimostrano grande pertinenza anche in altri contesti teorici, e che ormai sono diventati punti cardinali di ogni riflessione nelle scienze sociali; tra di essi ci sono per esempio istituzione, sistema, identità - differenza, organizzazione, capitale sociale, idealtipo, cultura. Anche per essi si può intuire la pertinenza di tali concetti, che in qualsiasi campo siano utilizzati sono profondamente esplicativi; ci troviamo di fronte, in un certo senso, a trasversalità concettuali già affermate, da sottoporre ancora una volta ad indagine incrociata, magari secondo un metodo specifico, per non lasciare che sia solo l'intuizione dei singoli ricercatori o il peso delle tradizioni di ricerca a dettare il passo dell'integrazione interdisciplinare. Un simile approccio potrebbe anzitutto portare a scardinare o a reinterpretare anche alcune grandi aporie delle scienze sociali e delle scienze umane contemporanee; esse si ripresentano ogni volta che si passa da una ricerca empirica ad una costruzione teorica e sembrano veramente attraversare sia la storia delle scienze sociali, sia i confini disciplinari di cui abbiamo parlato più sopra. Probabilmente una sociologia che riparte dalla ammissione della complessità, che si situa nell'universo scientifico come sapere tipico di un livello attento alle logiche emergenti e generative, che studia prima di tutto come avvenga il passaggio di livello, che si concentri sulla conoscenza studiata con i mezzi delle neuroscienze, e che attraverso di esse rilegga e unifichi i suoi campioni concettuali (individuati attraverso trasversalità concettuali e concetti trasversali), potrebbe permettere di superare alcune di queste grandi aporie che molto probabilmente sono eredità del pensiero razionalista e dell'epistemologia positivista, dell'approccio determinista della fisica classica.²⁶ Vediamo ora con una semplificatoria carrellata quali sono alcune di queste aporie: 1) Per cominciare con l'ambito sociologico la prima è la composizione tra fenomeni micro e macro sociali, che attraversa la storia della sociologia dall'inizio. In economia il legame sembra molto chiara, trattandosi di un legame quantitativo, ma resta terribilmente parziale in quanto tiene conto di poche dimensioni della

società; questa difficoltà teorica non è per niente limitata al campo della sociologia, si allarga per esempio anche alla storia: quando si vuole determinare la responsabilità di fronte a degli avvenimenti macrosociali: si veda il caso del popolo tedesco per la shoà, oppure la questione sulle cause del sottosviluppo; come determinare l'intenzione, come suddividere la responsabilità? Si allarga anche alla scienza delle policy: come gestire la società di massa? Ci sono strumenti adeguati? Fino a che punto è possibile imporre delle strutture sociali dall'alto? È possibile dunque interpretare questa dualità senza ricorrere a circoli viziosi o concetti che sembrano avere un fascino quasi misterioso?



co?²⁷ 2) La seconda aporia, e anche qui le scienze della complessità hanno molto da dire, è quella che pone in contrasto la visione *a priori* (progettuale o dogmatica) tipica del diritto e quella *a posteriori* (processuale o fattuale) tipica per esempio della scienza politica; ma questi due approcci convivono in ogni campo, come quello per esempio della teoria dell'organizzazione, perché la conoscenza dell'uomo è conoscenza del passato ma anche conoscenza progettante proiettata verso il futuro. È disaccordo tra razionalità logica e razionalità empirica, anche riguardo ai medesimi oggetti di studio (pensiamo allo studio delle strutture rappresentative della democrazia viste dal diritto e viste dalla scienza politica, ma anche per le politiche pubbliche²⁸); il diritto spesso volte è costretto a veri e propri voli pindarici per costringere la

realtà processuale nelle sue categorie dogmatiche. Le istituzioni della storia, del diritto, della scienza politica sono la stessa cosa? 3) Quali sono le risposte della scienza sociale al paradosso dell'intenzionalità - libertà di azione individuale e la pretesa di regolarità a livello macro - sociale? È possibile per noi una azione libera o siamo totalmente condizionati dalla struttura? Ha senso chiedersi quale ordine cercare di comprendere, tra l'ordine naturale (cosmos), l'ordine progettato (taxis) e l'ordine emergente (quello di Burke, di Hayek ma anche di Atlan)? Questa questione non è nuova per la storia del pensiero occidentale; ogni volta che si fa un tentativo di comprendere un ordine generale rispunta il sentimento di libertà che ciascuno di noi sente.²⁹ Forse le riflessioni di Prigogine e di Atlan (finalità senza intenzioni, intenzioni senza finalità...)³⁰ sanno dare qualche risposta impostando il problema in modo differente. 4) Altro fondamentale disaccordo, che riflette sul piano metodologico il problema precedente, è quello tra l'approccio storico delle cause e quello scientifico delle regole, che sono alla base di una sterminata letteratura ciascuno. Come comporre riflessioni con statuto epistemologico così diverso? Come poter seguire allo stesso tempo l'azione nel suo svolgersi e individuare la struttura invariante nella società? Come estendere una collaborazione che può rivelarsi veramente fruttifera? Localmente ne abbiamo un bell'esempio nel modello di Rokkan per la formazione dei sistemi partitici in Europa. Affermare che macrofenomeni come lo stato moderno o la rivoluzione francese sono frutto del corso della storia e della sedimentazione istituzionale è segno della carenza esplicative fondamentali della teoria dell'azione collettiva che fanno pensare veramente ad una anarchia metodologica.

È chiaro che questi problemi, antichi per la filosofia e oggi ereditati dalla sociologia sono tutt'altro che problemi teorici. Hanno risvolti politici ed etici e questo collegamento è esattamente ciò che Edgar Morin illustra pacatamente nelle librerie in questione. Ancora una volta le proposte formulate da Morin nelle interviste sono tutt'altro che semplicistiche, buoniste e prive di radici. Sono ben radicate in un pensiero che risulta pertinente oltre che interessante ed eticamente caratterizzato. Ecco allora che affermazioni sopra ricordate come la necessità da parte del pensiero politico di vedere la

multidimensionalità³¹, come la necessità pressante di operare una democratizzazione della conoscenza per colmare la frattura tra la scienza specializzata e la conoscenza a disposizione dei cittadini³², oppure ancora l'importanza assegnata alla logica della disseminazione come metodo di diffusione ed educazione alla complessità³³, vengono ad assumere un chiaro significato nel contesto dell'intero pensiero di Edgar Morin. Per questo motivo si può a ragione affermare che il contributo che il paradigma Moriniano della complessità ha dato non è solamente scientifico e teorico. Quello che può essere riassunto nella frase a prima vista banale 'I fenomeni sono complessi quindi le spiegazioni non possono essere necessariamente semplici' interviene anche su un secondo versante, centrale in *Educare gli educatori*, che è più sbilanciato sul versante culturale; in questo versante il contributo e l'impegno di Edgar Morin sono particolarmente significativi: egli deriva direttamente dall'epistemologia complessa, come abbiamo visto, una antropologia profondamente umana, l'antropologia peninsulare: tenta di ancorare la scienza dell'uomo su una base naturale, andando certamente molto oltre il riduzionismo; così facendo riesce a individuare le caratteristiche (che sono emergenze) che differenziano i sistemi viventi da quelli non viventi e l'uomo dagli altri sistemi viventi (quali per esempio l'emergenza del senso e la logica generativa dei sistemi complessi). E le conseguenze politiche di tutto ciò seguono direttamente: il pensiero della complessità è estremamente rispettoso del reale ed allo stesso tempo anche dei bisogni che nell'essere umano derivano dalla necessità di conoscere e di conoscere l'unità prima di tutto. Morin afferma, al contrario di Levi Strauss, che le scienze umane hanno la possibilità reale di rivelare l'uomo non

di dissolverlo. Egli esprime in modo diffuso queste sue riflessioni in due libricini (in origine tre, di cui solo due tradotti in Italia)³⁴ apparsi negli ultimi anni, a loro modo profondamente innovativi: *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*³⁵ e *La testa ben fatta*.

Egli propone una riforma del pensiero che si articola in tre sfide, quella culturale (integrare la conoscenza scientifico-tecnica all'interno della cultura umanistica), quella sociologica (nella quale si afferma la preminenza del pensiero sulla conoscenza e sull'informazione), quella civica (il sapere relativo al mondo inteso come diritto e dovere di ogni cittadino). Queste tre sfide formano l'ossatura della riforma del pensiero "che consentirebbe il pieno impiego dell'intelligenza per rispondere a queste sfide [...] Si tratta di una riforma non programmatica ma paradigmatica, che concerne la nostra attitudine a organizzare la conoscenza"³⁶.

Questa riforma riguarda una migliore organizzazione del sapere e una circolazione culturale delle scoperte scientifiche, perché se ne possano derivare conseguenze antropologiche; riguarda un nuovo spirito scientifico che leghi i problemi anziché dividerli, che abbia al centro l'uomo inteso come unità; riguarda una riforma dell'educazione, che possa prendere in conto questa unità, che sia luogo di ricerca di senso personale e collettivo, che sia una polarità che orienti l'anima; riguarda il modo di affrontare il limite e l'incertezza della conoscenza, rilevando i tre limiti fondamentali ad essa (limite cerebrale, fisico, epistemologico) e superarli attraverso tre attitudini: lo sforzo di pensar bene, l'elaborazione di una strategia non di un progetto, l'importanza della scommessa vera, perché "Conoscere non è arrivare a una verità assolutamente certa, è dialogare con l'incertezza"³⁷; riguarda una dimensione di responsabilità poli-

tica che poggi su identità che legano non che dividono, su identità che portino all'oltre, che permettano di identificarsi con l'altro piuttosto che di differenziarsi; che riguarda una vera e propria declinazione di queste idee nella scuola, ai differenti livelli fino all'università. Nella scuola, propone Morin, le conoscenze andrebbero riorganizzate secondo questa logica, per preparare, insegnare, radicare la riforma del pensiero.³⁸

Ne risulta quindi una proposta che è profondamente scientifica e profondamente umana, conscia dei limiti dell'uomo ma diametralmente opposta alla antropologia nichilista, ne risulta una proposta che prende in considerazione l'incertezza del mondo ma che non si sottrae alla responsabilità di migliorarlo. Si tratta di un pensiero che riconosce i propri limiti ma proprio per questo si apre alla speranza: è questa una attitudine sorprendentemente umana che nobilita ed assegna alla ricerca scientifica un preciso, pertinente e costruttivo ruolo all'interno della società.

In conclusione vale la pena solamente di fare un accenno ad una esperienza intellettuale, scientifica e culturale che si muove in una direzione simile a quella proposta da Morin: è l'esperienza del MAUSS (Mouvement anti-utilitariste dans les sciences sociales), citato e discusso da Morin, che incentra la sua ricerca sulla logica del dono come spiegazione delle azioni e delle scelte umane piuttosto che lasciarla all'utilitarismo ed all'incontro scontro di interessi. Ne sono parte alcuni noti intellettuali francesi come Latouche, Aznar, Caillé, Lipiez,³⁹. Pur essendo meno organica, coerente e conosciuta dell'opera e del pensiero di Morin, l'attitudine degli intellettuali del MAUSS risulta solidamente basata scientificamente e impegnata culturalmente e costruttivamente nella società⁴⁰.

Note

- 1 MORIN, E., (2005), *Educare gli educatori, una riforma del pensiero per la democrazia cognitiva*, Edup, Roma
- 2 MORIN, E., (2005), *Educare gli educatori, una riforma del pensiero per la democrazia cognitiva*, Edup, Roma
- 3 MORIN, E., (2005), cit., p. 11
- 4 MORIN, E., (2005), cit., p. 43
- 5 MORIN, E., (2005), cit., p. 65
- 6 DURKHEIM, E., (1937), *Les règles de la méthode sociologique*, PUF, Paris, p. IX
- 7 MORIN, E., (1973), *Le paradigme perdu: la nature humaine*, Seuil, Paris, p. 11
- 8 per un breve approfondimento in materia: MORIN, E., (1997), *Sur la transdisciplinarité*, in *La Revue du MAUSS*, n. 10, p. 21-29 in cui presenta alcuni casi di fecondità transdisciplinare nella storia delle scienze del Novecento.
- 9 CYRULNIK, B., MORIN, E., (2000) *Dialogue sur la nature humaine*, editions de l'aube, p.8
- 10 MORIN, E., PIATTELLI - PALMARINI, M., *L'unità de l'homme comme fondement et approche interdisciplinaire*, in AA.VV., UNESCO (1983), *Interdisciplinarité et sciences humaines*, PUF, Paris, p.208
- 11 CYRULNIK, B., MORIN, E., (2000), cit., p.12

- 12 MORIN, E., (1973), cit., p. 21
- 13 MORIN, E., (1984), *Scienza con coscienza*, Franco Angeli, Milano, Ed or.: (1982) *Science avec conscience*, Fayard, Paris. p. 5ss
- 14 MORIN, E., (1973) cit., p.214
- 15 MORIN, E., LE MOIGNE, J.L., (1999) *L'intelligence de la complexité*, L'Harmattan, Paris, p. 45
- 16 Il riferimento a von Hayek è veramente molto interessante perché permette di legare, e seppur minimamente ne abbiamo parlato nel capitolo precedente, la tematica della complessità alla grande tradizione del pensiero conservatore che, al di là delle soluzioni politiche di volta in volta proposte, è sempre stato molto attento ad intendere la società come processo storico complesse ed a denunciare il semplicismo delle pretese positiviste e razionaliste della ragione umana progettante (vedere per esempio al dibattito che seguì la rivoluzione francese). Il paradigma della complessità potrebbe permettere una circolazione virtuosa tra il pensiero progettante ed il pensiero storico, entrambi componenti fondamentali della nostra cultura. Il problema dell'azione è brevemente affrontato in MORIN, E., LE MOIGNE, J.L., (1999) cit., p.81
- 17 Scrive infatti: "Questo articolo asserisce due tesi principali. La prima è che il corso dell'evoluzione, così come ci appare, è sottoposto a talune leggi semplici e generali che possono essere comprese con i metodi dell'indagine scientifica. La seconda è che queste leggi valgono con la medesima forza per i sistemi fisici, fisico-chimici e biologici, e forse anche per i sistemi socioculturali." LASZLO, E., in BOCCHI, G., CERUTI, M., (1985), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano , p.362
- 18 LASZLO, E., cit., p.369
- 19 LASZLO, E., cit., p.366
- 20 LASZLO, E., cit., p.376 È qui esposta una indicazione programmatica profondamente rispettosa della complessità
- 21 "La questione fondamentale non è *in che modo* nelle società venga garantito un comportamento coerente, ma proprio il fatto che questo comportamento è garantito in maniera precisa e sicura" LASZLO, E., cit., p.387
- 22 Di questo fattore sono ben coscienti gli storici, vedere per esempio l'ampia parte dedicata alla descrizione geografica e geofisica del bacino mediterraneo che occupa la prima parte del famoso studio "La mediterranée" di Braudel. Oppure, sempre a titolo di esempio l'affascinante saggio sulla demografia "Essai de geometrie sociale" di uno studioso dell'Ecole polytechnique, nel quale l'evoluzione della popolazione francese è studiata a partire dalla geofisica della Francia e con metodi di analisi provenienti dalla teoria del caos.
- 23 Si intende, il lavoro di traduzione o di interpretazione sono una costante ineliminabile e in molti casi fruttifera per il linguaggio e per il pensiero nella conoscenza di senso comune e nella conoscenza scientifica. Vedere per esempio le riflessioni di Gadamer sul versante filosofico dell'interpretazione e di Callon e Latour sul versante della teoria sociologica. "Les acteurs travaillent constamment à traduire leurs langage, leurs problèmes, leurs identités ou leurs intérêts dans ceux des autres" CALLON, M., in CORCUFF, P., *Les nouvelles sociologies*, PUF, Paris, p.70
- 24 AA.VV., UNESCO (1983), *Interdisciplinarité et sciences humaines*, PUF, Paris, p.17
- 25 MSHVENIERADZE, V.V. (1974), *Aspects épistémologiques des sciences sociales et biologiques*, in UNESCO, *Revue internationale des sciences sociales*, vol. XXVI (1974), n° 4, , PUF, Paris, p.636
- 26 AA.VV., UNESCO (1983), cit., p.17
- 27 Molto interessante in questo senso come suggestione la pagina di chiusura del saggio di Prigogine, nella quale allarga il campo ai problemi mai tramontati della filosofia quali l'essere, l'individuazione, la temporalità dell'universo. PRIGOGINE, I., cit., p.192
- 28 HEATH, C., KNOBLAUCH, H., LUFF, P., *Technology and social interaction: the emergence of 'workplace studies'*, in *British Journal of Sociology*, Vol.51 Issue n.2, giugno 2000, p.307 e 315. Si riporta in questo articolo per esempio il fatto che alcuni nuovi approcci che chiarificano il rapporto tra cognizione e società possano chiarificare il problema vizioso del rapporto tra micro e macro.
- 29 Vedere per esempio la "Logica more geometrico demonstrata" di Spinoza, per il paradosso dell'intenzionalità.
- 30 In BOCCHI, G., CERUTI, M., (1985), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano // Nelle ultime pagine del contributo di Atlan c'è una reinterpretazione interessante del concetto di intenzionalità, come significato sostanzialmente prodotto dall'osservatore e nel caso della società reciprocamente prodotto dagli uomini che si osservano a vicenda. ATLAN, H., cit., p. 172
- 31 MORIN, E., (2005), cit., p.39
- 32 MORIN, E., (2005), cit., p.29
- 33 MORIN, E., (2005), cit., p.27
- 34 Il terzo è MORIN, E., (1999) *Relier les connaissances*, Seuil, Paris
- 35 In *Educare gli educatori*, il capitolo finale è dedicato a sintetizzare i passaggi salienti di *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*, a p. 77
- 36 MORIN, E., (2000) *La testa ben fatta*, Raffaello Cortina Editore, Milano, p.13
- 37 MORIN, E., (2000) cit., p.59
- 38 Il libro MORIN, E., (2001) *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*, Raffaello Cortina Editore, Milano contiene appunto uno schema possibile di questa riorganizzazione, pensata attorno a sette pilastri: riconoscere i limiti della conoscenza, produrre conoscenza pertinente, insegnare la condizione umana unitaria, trasmettere l'identità terrestre responsabile, affrontare le incertezze, insegnare la comprensione come fine della comunicazione, elaborare l'etica della complessità.
- 39 Maggiori informazioni oltre che dai volumi pubblicati dai componenti si trovano negli archivi della rivista pubblicata dal gruppo presente sul web: <http://www.revuedumauss.com.fr/>
- 40 Anche GODBOUT, J. T., si è occupato della logica del dono e ha pubblicato con Alain Caillé nel 1992, *L'Esprit du don* (Paris et Montréal, La Découverte et Boréal), e *Le don, la dette et l'identité*.