

Osservatori, Modelli e Cibernetica

La (mia) via sistemica

di *Ignazio Licata*

Institute for Scientific Methodology (ISEM) Palermo Italy
School of Advanced International Studies on Theoretical and Nonlinear
Methodologies of Physics, Bari, I-70124, Italy.

International Institute for Applicable Mathematics and Information Sciences
(IIAMIS), B.M. Birla Science Centre, Adarsh Nagar, Hyderabad, India.

*“Dedicato ad Eliano Pessa, ed alla sua più difficile scalata.
Ci ritroveremo al campo base”*

Sommario

Se guardiamo oggi al panorama delle ricerche in fisica appare subito evidente l'aumento di contributi su temi considerati fino a pochi anni fa non “tradizionali”, sia dal punto di vista metodologico che tematico. Si assiste, infatti, ad una forte migrazione modellistica da un'area ad altre completamente diverse. Il fenomeno della “Interdisciplinary Physics” è legato allo studio della non-linearità, dei processi emergenti, ed alle nuove possibilità di simulazione offerte dallo sviluppo dell'informatica. In questo breve lavoro mi propongo di raccontare attraverso idee e incontri il mio cammino e quello della mia generazione verso una visione sistemica.

Summary

Looking at the landscape of researches in Physics we can see an increasing in contributions centered on topics which were considered as not "traditional" until few years ago, both methodologically and thematically. There is also a strong migration of models from a field to completely different ones. The phenomenon of "Interdisciplinary Physics" surely started from the study of non-linearity and the emergent processes as well as the new possibilities of simulation the development of computer science. In this short paper, I intend - through ideas and meetings - to tell my path - and that of my generation, too - towards a systemic vision.

Parole Chiave

Filosofia computazionale, Epistemologia, Costruttivismo, Modelli e Sistemi, Osservatore, Apertura Logica, Big Data.

Keywords

Computational Philosophy, Epistemology, Constructivism, Model and System; Observer, Logical Openness, Big Data.

1 “My Generation”

Palermo, 1978. All’uscita della caffetteria ci affianca un giovane ricercatore. “Allora, reclute, sapete cosa festeggia questo Nobel?”. Seguì una breve spiegazione della teoria di Glashow- Weinberg-Salam sull’interazione elettrodebole. A lezione, la Prof.ssa di Fisica II avrebbe fatto un’eccezione al programma, discutendo più a fondo il percorso travagliato che aveva portato dalla teoria di Yang-Mills ai bosoni vettori intermedi che chiudono il quadro di una versione unificata delle interazioni deboli con l’elettrodinamica quantistica. Questo era il segno dei tempi, il grande obiettivo della fisica teorica di allora. La teoria di Weinberg-Glashow-Salam aveva confermato in modo deciso che le teorie unificate, quelle che oggi hanno portato al Modello Standard, andavano cercate all’interno di un unico mazzo di chiavi matematiche, le teorie di gauge (rottura di simmetria, bosoni di Goldstone, rinormalizzazione) Nel frattempo non si era spenta l’eco del Centenario di Einstein con tutte le sue meraviglie (buchi neri, ma anche i dibattiti sulla costante di Hubble, le onde gravitazionali, etc.) ed in generale la sensazione che anche la Relatività Generale e la cosmologia stessero entrando in una fase nuova, non più “only for” fisici matematici, ma anche sperimentali. Proprio Palermo era uno dei centri promotori di COS- B, il satellite che avrebbe studiato il cielo a raggi gamma, inviando un’imponente mole di dati fino al 1982.

Se dovessi indicare però un elemento rivoluzionario che agiva in modo sotterraneo collegando le nostre curiosità ingenuie di studenti, l’elaborazione dei dati di Cos- B e le complicate procedure della rinormalizzazione, direi sicuramente l’avvento delle calcolatrici programmabili (io avevo una Texas 58 programmabile!), il personal computer ma soprattutto un nuovo immaginario per le macchine calcolatrici, non più incomprensibili, costosissime e lontane, ma oggetto quotidiano del nostro design cognitivo (Zanarini, 1985). Il fascino dell’informatica- figure come Clive Sinclair e Steve Jobs, le mitologie Commodore Vs Atari (scelsi senza ombra di dubbio quest’ultimo mondo, per via di un gusto spiccato per la sperimentazione, cosa che mi fatto restare un atariano *post litteram* ...) -, alla lunga mostrò una forza d’attrazione superiore persino alla fisica. Circa metà dei miei colleghi deviarono infatti verso l’informatica, e ci furono durante gli anni conversioni dall’intento iniziale in fisica teorica alla fisica sperimentale, grazie alle nuove possibilità di simulazione che saranno così importanti per l’esplorazione dei sistemi dinamici non-lineari (Gleick, 1989).

Da parte mia, rimasi fedele alla fisica teorica, ma per un lungo periodo l’amore per la fisica si affiancò ad un vivo interesse per l’I.A. ed i formalismi per lo studio del flusso informazionale. Ero stato molto colpito dal lavoro di Edsger Dijkstra, fisico teorico ed informatico olandese, Premio Turing 1972, che aveva sviluppato un metodo per scrivere programmi informatici parallelamente alla loro dimostrazione di correttezza. Durante lunghe e solitarie passeggiate vagheggiavo se qualcosa di simile potesse essere fatto con le teorie fisiche, una sorta di epistemologia formale in grado di evidenziare struttura ed anomalie del flusso informazionale *interno* di una teoria fisica. Si trattava di pensieri ingenui, com’è già evidente da questi ricordi, ma che lasciarono una traccia profonda, parte della quale confluì molti anni (e seminari) dopo in un mio contributo per Versus, la rivista di Semiotica fondata da U. Eco (Licata, 2014). Insomma, l’idea di una

epistemologia come scienza formale (che detto così non sarebbe dispiaciuta ai neopositivisti), mi rese più consapevole dello “scarto” legato all’osservatore ed al costruttore di modelli. Per quanto possiamo schematizzare, costruire diagrammi di flusso, cercare famiglie formali, parametrizzare una teoria e le sue varianti, l’attività del costruire teorie non è un atto formale, ma un atto creativo stretto dalle conoscenze stratificate da una parte ed i nuovi dati e prospettive dall’altro. In un certo senso, somiglia sicuramente più al mettere al mondo una forma di vita che una famiglia di modelli e algoritmi. Anche la consapevolezza di questo scarto troverà poi una sua espressione in un libro, la mia unica incursione nei territori, ancora poco esplorati, all’incrocio tra epistemologia e scienze cognitive (Licata, 2008). Un’ altra questione connessa all’ idea di una epistemologia formale in voga alla fine degli anni ’80 era legata al *problem solving* ed agli sviluppi della filosofia computazionale di P. Thagart, ripresa in Italia da L. Magnani (Thagart, 1988; Magnani,1997). In modo (molto) meno tecnico si potrebbe riassumere la ricerca con la domanda: “E’ possibile creare un robot scienziato?”, ed anche qui le resistenze ad una risposta positiva si sono trasformate in una migliore comprensione del processo di produzione scientifica, anticipando i dibattiti contemporanei sull’ “algoritmo definitivo” ed i Big Data (Domingos, 2015; Licata, 2018).

Come influenza generazionale verso la sistemica e la complessità va citato sicuramente Edgar Morin, e per quello che mi riguarda un libro come “Il metodo” (Morin,1994). E’ difficile restare indifferenti al fascino della sua scrittura, al turbine di idee, al gioco incrociato dei riferimenti. Per un fisico però tutto questo non basta, e dunque – come accade dopo ogni infatuazione- si cerca di ritrovare una via suscettibile di teorizzazioni più robuste e più concretamente legate alla fisica. Sono molti però quelli della mia generazione ad essere debitori a Morin di una riscoperta di Shannon, Wiener, Bateson, von Foerster, Maturana, Varela ed altri in una nuova ottica transdisciplinare (Bocchi & Ceruti, 2007).

2 La scalata del Monte Epomeo

Il monte Epomeo (789 metri, mi dice wikipedia), è la montagna più alta dell’isola di Ischia. Il mito ritiene che sia uno dei quattro punti di accesso all’isola di Agartha. Per me fu sicuramente l’occasione per un incontro straordinario. In un caldissimo fine maggio del 1991 ero stato invitato da Giuseppe Arcidiacono - il grande matematico e cosmologo della relatività proiettiva che avevo conosciuto prima tramite un intenso contatto epistolare e poi a Roma durante il mio servizio militare a L’Aquila-, ad un Convegno organizzato dall’università di Perugia e dall’Istituto di Studi Filosofici di Napoli. In quel convegno ebbi l’occasione di discutere con persone interessanti (J. Barbour, L. Kostro, G. Spavieri), ma fu soprattutto la conoscenza di Eliano Pessa a modificare ed ampliare enormemente la mia fisica e regalarmi una visione sistemica. Avevo da poco pubblicato alcuni lavori (che oggi trovo piuttosto ingenui) su una visione reticolare dello spaziotempo sulla scala di Planck. Il reticolo serviva da vincolo

per un set di oscillatori che producevano le particelle osservabili. Per dare un'idea al lettore contemporaneo, si trattava di un'idea simile a quella che in questi anni porta avanti con ben più grande eleganza G. 't Hooft (Licata, 1991; 2003; 't Hooft, 2016). La prima cosa che mi disse fu "Ho letto il tuo lavoro. Una delle migliori cose che ho visto quest'anno". Inizì una chiacchierata fittissima, che nel pomeriggio riprese in modo inconsueto per me: alpinista esperto, Eliano aveva già scalato alcune delle vette più ardue del pianeta, come il Nanga Parbat, e non riusciva a resistere ad una tentazione ascensionale, seppur piccola. Mi propose dunque la scalata del Monte Epomeo, durante la quale ci raccontammo la nostra vita. L'arrivo in vetta non è passato negli annali dell'alpinismo, ma fu la celebrazione della nascita di un'amicizia, e di una collaborazione che dura ancora oggi, con incontri, collaborazioni e periodi ad alta intensità epistolare.

Eliano Pessa si era perfezionato in fisica con Bruno Touschek, aveva collaborato a lungo con il matematico Bruno Rizzi, recuperato l'interesse per la cosmologia con G. Arcidiacono, e con una formidabile sequenza di lavori sulle reti neurali si avviava a diventare il primo fisico teorico titolare di una cattedra di Psicologia Generale, presso l'Università di Pavia. Basterebbero queste note per dare l'idea di una visione che andava ben oltre gli orizzonti un po' angusti del fisico tradizionale, associato alla retorica dell'infinitamente piccolo o grande che sia. In quel periodo Eliano stava lavorando su alcuni problemi posti dall'approccio sinergico (Haken, 1983; 2005). La teoria di Haken, forte del lavoro sui comportamenti collettivi nel laser e sulle transizioni di fase, suggeriva che in molti contesti diversi – biologia, sociologia, etc.- era possibile trovare situazioni in cui pochi parametri "prendevo il comando" di tutte le altre variabili in gioco, permettendo così una descrizione più elegante e qualche forma, se non di predicibilità (asintotica), almeno di comprensione dei "destini possibili" del sistema. Va detto che la congettura di Haken ha un forte ed immediato significato: se non esistessero variabili che "mediano" tra i componenti o gli agenti (livello microscopico) ed i possibili esiti globali (macroscopici), sarebbe praticamente impossibile distinguere tra informazione ed entropia a causa del prevalere degli aspetti non cooperativi nel sistema; in pratica non si avrebbe nessuna forma di autentica emergenza. Ma fin qui si tratta soltanto di una congettura sensata. Il vero problema è chiedersi se è possibile una classificazione dei sistemi secondo il loro modo di produrre informazione. In termini sistemici generali, esiste il teorema di R. Shaw (Shaw, 1981), uno dei membri dell'ormai leggendario collettivo del caos, che stabilisce una relazione tra lo spazio delle fasi di un sistema- le cui coordinate sono le variabili che ne fissano i comportamenti-, e certe caratteristiche delle equazioni che li descrivono (grado di non-linearità, vincoli, e così via). In base a questa impostazione possiamo distinguere tra a) sistemi conservatori di informazione, per i quali vale il principio di conservazione dell'energia; b) sistemi amplificatori di informazione polinomiali, nei quali l'informazione cresce nel tempo fino ad un qualche stato di equilibrio. In questa categoria rientrano tutti i modelli di auto-organizzazione, come le strutture dissipative di I. Prigogine. C'è stato un lungo dibattito su quanto questi modelli- e le catastrofi, la loro controparte geometrica- potessero essere la chiave universale della morfogenesi, ma alcuni teoremi fondamentali, tra cui quelli di R. Landauer ed R. Fox, e poi di N. Kopell

e D. Ruelle, hanno mostrato che ci sono ben precisi limiti di complessità per le configurazioni raggiungibili da questi sistemi. Ed infine: c) i sistemi amplificatori esponenziali di informazione, a cui appartengono i sistemi caotici. Il teorema di Shaw è un vero caposaldo, perché introduce un modo di guardare ai sistemi non più centrato sulle complicazioni non-lineari specifiche, ma come *classi di complessità sistemica*. Appare evidente che i sistemi “interessanti”, la famosa *Middle Way* di P. Anderson (Anderson, 1972) sono situati in una ristretta fascia tra il moderatamente ordinato dei sistemi (b) e il selvaggio procedere verso il caos dei sistemi (c). Questo pone quesiti estremamente affascinanti sulle relazioni, ad esempio, tra fisica, biologia e scienze cognitive (Licata, 1998; 2010; 2015; Pessa, 2008; Vitiello, 2001; 2010), e sposta l’asse epistemico dal modello come “specchio” di un mondo “oggettivo” alle condizioni specifiche in cui è possibile applicarlo effettivamente a qualcosa che noi individuiamo come sistema. Questa consapevolezza di una corrispondenza condizionale e mai banale tra modelli e sistemi è alla base dell’intenso crossing disciplinare attuale- i modelli possono “migrare”! -, ma è anche una rivoluzione copernicana nel modo di guardare all’attività costruttiva della scienza.

3 Costruttivismo e primato dell’osservatore (istruzioni per l’uso)

3 a) La lezione di Bohr e la MQ come linguaggio

Citando qualcuno, si potrebbe dire che uno spettro si aggira per la scienza, ed è quello dell’osservatore. Come tutti gli spettri, ad es. il padre di Amleto, ha avuto una sua consistenza, ma permane oggi nella duplice forma che assumono i nostri peccati epistemologici: l’incubo di una rimozione della dimensione soggettiva e le derive favolistiche di certe letture della fisica quantistica. Su queste ultime c’è poco da aggiungere. E’ ormai destino della scienza in tempi di turbocapitalismo, spettacolo e medianicità spinta che le teorie scientifiche vengano tirate per la giacchetta più di quanto gli economisti hanno mai fatto con Darwin, ed anche per motivi meno nobili (Licata, 2016).

Ci si è dimenticati troppo presto della lezione di Niels Bohr. Eppure ci aveva messo in guardia dei rischi che si corrono estendendo il linguaggio dell’esperienza quotidiana ad ambiti molto lontani dalla nostra corporeità. A questo punto ci vuol poco a cadere dentro una successione fatale: le particelle sono “*like a tiny gyroscope*”, galleggiano in un mare misterioso (ma non abbastanza da nascondere le parentele con il vecchio etere), ed il collasso della funzione d’onda, lo sganciarsi della piccola pallina rotante dall’onda, è opera di un osservatore i cui poteri sono, è il caso di dirlo, meta-fisici! Se assumo qui un tono ironico, per me inconsueto, è semplicemente perché anch’io per molti anni ho tentato una “via realistica” nell’interpretazione della Ψ quantistica, ed ho dovuto prendere atto che si tratta di una strada senza uscita che spesso peggiora il problema che pretende di risolvere. Sarà l’eredità dell’*Implicate Order* dell’ultimo Bohm, e le collaborazioni con B. Hiley e L. Chiatti a *svegliarmi dal sonno dogmatico* (Licata,

2009; 2016b). Ci limitiamo qui a dire che se molte sono le *interpretazioni possibili* della Meccanica Quantistica intesa come sistema concettuale chiuso nei suoi assiomi, assai più selettive sono le *estensioni compatibili* con i suoi postulati ed in grado di collegarla alla fisica delle particelle (Chiatti e Licata, 2017).

Il *peccato originale* è dunque costringere dentro una visione classica i quanti. Evitando questo, è del tutto ragionevole che un sistema quantistico possa avere aspetti suscettibili di misura, ma a prezzo di perdere altra informazione, situazione che oggi dovrebbe essere più familiare grazie agli studi sulla complessità e l'emergenza. Tutto questo naturalmente non ha nulla a che fare con una "creazione" dell'osservato da parte dell'osservatore, e tanto meno con la sua coscienza!

Piuttosto questo interesse esclusivo per la MQ come descrizione del mondo microscopico ha ritardato la sua comprensione come *linguaggio* ideale per lo studio dei *sistemi contestuali*. Senza entrare in dettagli troppo tecnici, i sistemi di questo tipo mostrano delle caratteristiche globali di interconnessione che richiedono un linguaggio simile a quello che la MQ utilizza per studiare gatti in sovrapposizione e collassi. Oggi infatti le *Quantum-Like Theories* sono ampiamente utilizzate in diversi contesti, come le scienze cognitive e la teoria delle decisioni (Licata, 2008; Busemayer e Bruza, 2014; Haven e Khrennikov, 2013). Mi è capitato di intervenire su questi approcci, prima in forma decisamente prematura, o più recentemente nell'ambito dell'uso di questi modelli nello studio della cognizione (Licata, 2006; Conte, Licata, Alelu-Paz, 2015). Nel frattempo la mia personale famiglia sistemica si era allargata. Tramite Eliano, entrai in contatto con G. Vitiello, creatore del *Dissipative Quantum Model of Brain*, erede ideale del fondamentale lavoro di Ricciardi e Umezawa (Ricciardi, Umezawa, 1967), e con G. Minati, matematico e anima dell'Associazione Italiana per la Ricerca Sistemica (AIRS), nonché raffinato studioso di Ludwig von Bertalanffy, al quale si è ispirato per la costruzione della moderna Sistemica (Bertalanffy, 2004; Minati, Pessa, 2018). I convegni e le attività dell'AIRS - come più tardi quelli dell'Associazione Italiana di Epistemologia e Metodologia Sistemiche (AIEMS) - furono un vero banco di prova per ogni studioso che volesse mettere il proprio bagaglio scientifico a confronto con quello di altre discipline alla ricerca di radici culturali, risonanze metodologiche, strutture formali, premesse epistemiche. Ed è in questo scenario di incontri e dibattiti che si è delineato l'altro e più fecondo aspetto del concetto di osservatore sullo sfondo della visione costruttivista della scienza. E' impossibile in queste poche note riassumere anche soltanto il senso di un dibattito così ampio (dovrebbe essere invece motivo di sospetto il fatto che lo si riesca a fare così facilmente per il ruolo dell'osservatore in MQ!), soprattutto perché riassumere tutto in poche righe potrebbe dare l'impressione di aver scoperto il proverbiale uovo di Colombo. E' necessario prima soffermarsi un attimo per percepire quanto è forte ancora oggi l'immagine ingenuamente oggettivista di una scienza che "scopre come stanno le cose lì, davvero", e soltanto dopo si può comprendere quanto il costruttivismo è apparso fino all'altro ieri qualcosa di sospeso tra l'incomprensibile e l'eresia. Basti pensare al destino impervio delle discipline che includevano l'osservatore come elemento esplicito e fondante, la già citata Sistemica, o la Cibernetica di Norbert Wiener (Conway e Siegelman, 2005). Entrambe hanno

conosciuto nel corso del tempo una sorta di “normalizzazione”, riducendo la prima ad una branca teorica dell’Ingegneria e la seconda ad un’anticipazione vaga di ciò che oggi chiamiamo Intelligenza Artificiale. E perdendo per strada le domande significative che ne avevano ispirato la nascita: Cos’è un sistema? Quando indentifichiamo qualcosa come sistema? Cos’è naturale e cosa invece artificiale? Su questo spettro ideale tra naturale ed artificiale, dove si collocano i costrutti culturali? Quanto è universale la nozione di informazione, e come si modifica passando, ad esempio, dalla fisica alla biologia?

3 b) L’abitante dell’arcipelago e l’isola di Prospero

La visione che viene a delinarsi lentamente si contrappone in modo sostanziale all’idea di una scienza che, utilizzando un metodo rubato all’iperuranio, trivella il reale uno strato dopo l’altro fino ad un completo isomorfismo tra fatti e termini teorici, un’immagine fuorviante a cui hanno contribuito in modo decisivo le facili mitologie sulle Teorie del Tutto (dovrebbero essere invece considerate semplicemente teorie sintetiche delle particelle) Un’immagine più realistica, e più vicina a ciò che fanno davvero gli scienziati è quella di un’intelligenza collettiva, storicamente situata, che sviluppa descrizioni del mondo secondo un sistema di paradigmi, modelli e teorie che si sviluppano più come un organismo vivente che secondo una struttura geometrica (classico è il riferimento alla piramide), perché come diceva il compianto Marcello Cini (Cini, 2001; 2004; Licata, 2015b): “Se il mondo fosse un libro- e non lo è !- sarebbe un libro di storia, e non di geometria”. Il mio sogno giovanile di un’epistemologia formale, volta ad una sorta di controllo operativo delle teorie fisiche, si scontrava così con la consapevolezza che le teorie scientifiche sono creature complesse, un *arcipelago* fortemente interconnesso di conoscenze, modelli, teorie (che sono poi modelli invecchiati bene con pretese di universalità) ed interpretazioni attraversate dalle correnti dell’incertezza (Licata, 2014; 2013). In più la frase di Cini riporta ad un livello di contrattazione culturale e sociale delle teorie, che si trovano così ad essere una sorta di dispositivi concettuali che realizzano un *equilibrio omecognitivo metastabile* tra noi e il mondo, compatibili sia con i dati sia con (almeno alcuni) paradigmi dominanti. Equilibrio destinato a modificarsi con l’emergere di nuovi elementi che ci costringono a salti abduktiv (come direbbe Peirce) ed alla produzione di canovacci teorici in grado di estendere/sostituire gli *hub* della rete di conoscenze in crisi.

E’ importante notare che sono stati versati fiumi d’inchiostro *filosofico* sul concetto di emergenza, perché per lungo tempo è sembrato incompatibile con l’idea di un mondo retto da leggi. Ma questo approccio ideologico ha reso incomprensibile qualcosa che i fisici invece conoscono bene dai fenomeni della materia condensata: nella stragrande maggioranza delle situazioni fisiche, a parità di energia disponibile, si definisce una vasta *zona d’indifferenza* che non permette di fare alcuna previsione dettagliata sugli esiti del processo; ed è in questa zone d’indifferenza che il caso (dal lat. *casus*, accadimento), ad esempio in forma di rumore, apre una delle tante *sliding doors* e dà forma al mondo fissando una storia. A questo punto possono instaurarsi livelli e

dinamiche che richiedono nuove descrizioni, e dove il ponte tra i vari livelli non può essere costruito attraverso una catena di inferenze logiche, come avrebbero voluto i neopositivisti o la peggiore vulgata del riduzionismo, ma è costituito da più concreti e solidi criteri di *compatibilità*. Anche gli stessi livelli di descrizione scelti dipendono dagli obiettivi dell'osservatore, intesi sia in senso interno e formale che come "paradigma" adottato. Il punto essenziale da comprendere per passare dai modelli di specifici sistemi e processi ad un discorso generale sull'arcipelago delle teorie scientifiche è che non soltanto l'osservatore è un *abitante dell'arcipelago* che riscrive continuamente la sua mappa in relazione alla modificazione *esterna* della geografia, ma come il Prospero di Shakespeare è in grado di scatenare tempeste che modificano il modo in cui noi *pensiamo e disegniamo* la mappa! L'emergenza si mostra così non soltanto una *cassetta degli attrezzi* per lo studio dei fenomeni complessi (Licata, Sakaji, 2008b), ma un *framework* ideale per descrivere *la complessità effettiva dell'epistemologia*; al di là dei vecchi scenari "lineari" - i catastrofici passaggi di consegne di T. Kuhn, il falsificazionismo di K. Popper-, l'emergenza ben rispecchia la produzione attuale di scienza, dove le teorie si sviluppano, si modificano e muoiono a gran velocità all'interno di microparadigmi coesistenti e spesso soltanto debolmente conflittuali (a ben pensarci è anche una metafora del neoliberismo, e non c'è da stupirsi, essendo la scienza reale fortemente interconnessa all'economia!). L'osservatore-costruttore di modelli ed il costruttivismo sono così aspetti fortemente interconnessi di un unico scenario che in questi anni con Minati, Pessa ed altri amici abbiamo sviluppato all'interno della teoria dell'apertura logica partendo da uno spunto di Von Foerster (vedi Licata, 2008; von Foerster, 1987).

La teoria dell'apertura logica ci ha permesso di rimettere nel mondo quell'osservatore che era stato per troppo tempo vicino al Demone di Laplace o all'occhio di Dio (Tibor Vámos), all'interno di una visione costruttivista. Alla fine, è possibile riassumere questo lungo percorso dicendo che *siamo processi che osservano processi*.

Anche se meriterebbe una discussione più dettagliata, va detto che il costruttivismo sistemico è estremamente operativo nel suo studio di linguaggi e strutture centrati sull'osservatore, ed è abbastanza lontano da certe accezioni ingenuie che hanno generato inutili dibattiti tra sostenitori di una scienza hard e relativisti culturali. Entrambe le posizioni, nelle loro forme estreme, possono considerarsi smentite dall'evidenza della produzione di cultura scientifica, e trovano una sintesi altrimenti impossibile prendendo atto che noi produciamo le teorie, ma alcune delle isole più grandi e connesse dell'arcipelago mostrano sicuramente che alcune tra le nostre costruzioni concettuali ci hanno permesso di approdare su territori antichi. La teoria dell'apertura logica non ci ha permesso soltanto di offrire uno scenario generale per sistemi complessi e produzione di teorie, ma ci ha anche fornito alcuni strumenti indispensabili per affrontare una sfida recente e di grande fascino intellettuale, quella dei *Big Data*.

4 Sistemi Ideali, Dati e Meta-Strutture

I dati sono la certezza granitica su cui si basa la scienza. Almeno così recita la vulgata machista della ricerca. *Brute facts, only brute facts*. Eppure guardati con più attenzione i dati rivelano una natura complessa ed elusiva. Se l'ormai famosa citazione di Einstein ci ricorda che le teorie sono "sottodeterminate dai dati, una libera creazione della mente umana", la tesi di Duhem-Quine (Quine, 2004) mostra che un dato è tale all'interno di una teoria (*To be is to be the value of a bound variable*), e che teorie in competizione sullo stesso range esercitano sui dati una forza d'attrazione inclusiva che, a seconda degli esiti, potrebbe però cambiarne il senso. E' fin troppo facile dimenticare la distanza concettuale e procedurale che separa il "fatto" in senso quotidiano dall'osservabile scientifica. La nozione di osservabile, definita all'interno di un contesto teorico, è quella che poi, in ambito sperimentale ed osservativo, produce i dati. Esiste qualcosa di simile ad un dato "grezzo", non teorico? E' questo uno dei modi di porre il tema dei Big Data, che oggi sembra essere esploso a livello tecnologico ponendo anche alcune questioni epistemologiche non banali (Licata, 2018; 2018b, Mayer-Schönberger, Cukier, 2013).

Per comprendere la questione bisogna analizzare più da vicino il mondo dietro la nozione di osservabile. In linea generale la fisica è stata costruita in gran parte su quelli che sono detti *sistemi ideali*, i.e. sistemi dove è possibile applicare l'armamentario matematico grazie a particolari condizioni di conservazione dell'energia, leggi di bilanciamento, simmetrie, vincoli ben specificati e così via. Se c'è un aspetto straordinario della fisica teorica è che ci abbia permesso di conoscere tanto con quelli che sono in sostanza dei *toy model* suscettibili di "aggiustamenti strategici" in virtù proprio del mondo in cui sono costruiti! Naturalmente più si entra nel regno della complessità, a cominciare dalla biologia, più questi aspetti che garantiscono una forte "zippabilità" matematica cominciano a venir meno (Pessa, 2012). Oppure, come ha mostrato Eliano Pessa, potrebbe essere necessaria per il vivente una sorta di teoria simile a quella di terza quantizzazione, dove, in estrema sintesi, non cambiano solamente i costituenti ma anche le interconnessioni tra loro. A questo punto ci si può chiedere quale biologo "acquisterebbe" una costruzione così complicata, e non è detto che basterebbe: più aumenta l'autonomia di un sistema più emerge la dimensione del "significato" come gioco di relazioni mirato con l'ambiente, ed è forse questo il limite invalicabile dei modelli ideali! Fuori dal quel ristretto gruppo è dunque impossibile fare scienza? Naturalmente le cose non stanno così. Innanzitutto il biologo, lo psicologo, il sociologo, l'economista davanti allo scacco della matematizzazione tradizionale dispongono del ben più valido "faccio prima ad osservarlo", come l'amico Alessandro Giuliani ha chiamato uno dei principi chiave della complessità, (Giuliani, 2010), e si apprestano a costruire nuovi modi di organizzare la conoscenza. In fondo, non è scritto da nessuna parte che il modello fisikista che ha trionfato fino ad oggi debba essere l'unico modello di teorizzazione. Cosa che vale naturalmente anche per i fisici che si occupano di complessità. Ad esempio se alcune indicazioni interessanti si possono ottenere "trasportando" un modello ideale in campi diversi come le dinamiche sociali (Stauffer, 2011), in altri casi sono le reti a dominare gli approcci ai sistemi

“recalcitranti”, fortemente lontani dalle condizioni ideali, condite con una buona dose di simulazioni (Barrat et al, 2008). Particolarmente brillante, ed esemplare dal punto di vista del metodo, il lavoro del gruppo di Catania sul ruolo del caso nella costruzione delle organizzazioni sociali (Pluchino et al.2018). Questi approcci sono già abbastanza lontani dal *Good Old Fashioned Equadiff Style*, ma implicano comunque una visione teorica, ad esempio nella costruzione della rete e delle simulazioni. Possiamo ipotizzare che nel gran rumore del mondo siano nascoste un gran numero di regolarità interessanti, e forse la capacità odierna di rilevare dati ovunque in tempo reale potrebbe suggerire l’idea di ascoltare semplicemente il mondo, senza più l’occhiale cognitivo delle teorie. E’ questa in effetti la provocazione lanciata dall’editor di Wired Chris Anderson nel 2008 con il suo *The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete*.

La scienza ha sempre macinato moltissimi dati. In alcuni casi come la meteorologia, la teoria ideale (Navier-Stokes) si è dovuta modificare sulle esigenze dei dati ricercati. Oggi c’è una forte tendenza ad assaltare i misteri del cervello con lo stesso metodo (Ero et al., 2018), Si tratta comunque di dati in qualche misura *omogenei*, mentre *l’idea pericolosa* riguarda la possibilità dei dati di *parlare da soli*. Ci sono state forti reazioni, basate ad esempio sul rischio che con *too big data* aumentino anche le *spurious correlations* (Calude, Longo, 2017), visto che, come mostra il sito di Tyler Vigen con un gran numero di esempi paradossali, *correlation does not equal causation* . Prima però di accantonare l’idea come un’eccentrica proposta di statistica multivariata, proviamo a chiederci se la sua praticabilità richiede forse soltanto diverse prescrizioni epistemiche. Ad esempio in un contesto finanziario l’analista non avrà difficoltà ad individuare le correlazioni significative dentro certe tipologie di dati. Forse il limite dell’approccio ai Big Data è una concezione ancora troppo “oggettivistica” del dato, una sorta di *datità ontologica* che dovrebbe lasciar spazio invece agli obiettivi multipli dell’osservatore. E’ all’interno di quest’ottica costruttivista che con G. Minati ed E. Pessa abbiamo elaborato le Meta-Strutture, un framework generale per esplorare Big Data alla ricerca di configurazioni *interessanti*, tarate di volta in volta su obiettivi diversi (Minati et al. 2012; 2013; Licata e Minati, 2013; 2016). Impossibile qui trattare i sottili problemi dell’emergenza di strutture *coerenti* e le questioni relative alla perdita di gradi di libertà informazionali (che rimandano in qualche modo alla sinergica), basterà qui dire che si delinea un nuovo stile di ricerca, un far *teoria in corsa*, esplorando un dedalo di ipotesi su dati eterogenei *scommettendo* (in senso de finettiano) su una configurazione possibile. L’obiettivo non può essere più quello di far previsioni, ma lo studio delle condizioni di emergenza. E’ una *fisica senza fisica*”, come recita il titolo di un nostro articolo, non basata sulle equazioni ma sull’emergenza di vincoli e relazioni.

5 Conclusioni: esiste una fisica sistemica?

Una risposta lampo richiede un si ed un no in sovrapposizione. Credo che i fisici abbiano infatti iniziato ad abbandonare l’idea di una corrispondenza biunivoca ingenua

tra teoria ed esperienza già con la questione dell'etere e dell'elettromagnetismo, conclusasi con la relatività ristretta, ed ancora di più con la Meccanica Quantistica e la sua intricata storia interpretativa. D'altra parte il concetto stesso di sistema ha cominciato a rivelare tutta la sua natura complessa dallo sviluppo della termodinamica del non-equilibrio fino all'attuale teoria informazionale. In questo senso il fisico è sistemico perché è ben consapevole di essere un abitante dell'arcipelago che descrive il territorio che abita a vari livelli di risoluzione, giocando con strutture concettuali, linguaggi e prospettive metodologiche (Caianello, 1992).

Sotto un altro punto di vista direi di no. Il rischio è che la sistemica possa trasformarsi in una disciplina vuota senza l'apporto dei contenuti di specifici ambiti disciplinari. Il pensiero torna alle passioni giovanili, ai *Principia Mathematica* di Russell e Whitehead, il primo libro che volli vedere entrando nella biblioteca dell'Istituto di Matematica, tre monumentali volumi dove il sapere matematico del tempo era organizzato su basi logiche e formalizzato per sfidare il tempo, modello della *Unified Science* progettata dai neopositivisti....

” Chi chiede quei libri?”, tuonò una voce che avrei saputo poi appartenere al professore di Logica, “nessuno li consulta dal 1913!” (anno in cui uscì l'ultimo volume). Una piccola doccia fredda che anticipava un fatto con cui ogni scienziato fa prima o poi i conti: queste sistematizzazioni sono tra i libri più deperibili della produzione scientifica, e in genere molto lontani dall'artigianato quotidiano della scienza. La mentalità sistemica non va vista come una forma di meta-scienza, un contenitore formale da riempire all'occasione con contenuti specifici. Non funzionerebbe. Si tratta piuttosto di un cammino interno ad ogni disciplina verso generalizzazioni in gradi di porre nuovi ordini di problemi. Un magnifico esempio recente è la *Constructor Theory* di D. Deutsch e C. Marletto, che studia le teorie in termini di vincoli e possibilità, estendendo in un certo senso il concetto di trasformazione di gauge ben noto nella fisica delle particelle. Si tratta non più di partire dalle condizioni al contorno per prevedere ciò che accadrà, ma ciò che è possibile o impossibile secondo un criterio di *compatibilità* con le leggi fisiche note, e più solide (Deutsch, Marletto, 2014). Se qualcosa è possibile deve esistere un *task* (entità o processo) in grado di realizzarlo. Ancora una volta, nei sistemi complessi come nella produzione di teorie, il concetto di vincolo si dimostra più potente di quello di “legge”, da cui pure deriva (Bohm diceva che la legge è una griglia di possibilità, una linea di tendenza statistica degli eventi), accogliendo in un unico quadro possibilità ed incertezza, che è forse la cifra caratteristica del pensiero sistemico.

Bibliografia

- Anderson P. W., 1972. More is Different, *Science*, 177, 4047, pp.393-396.
Barrat A., Barthélemy M., Vespignani A., 2008. *Dynamical Processes on Complex Networks*, Cambridge Univ Press.

- Bertalanffy L. von, 2004. *Teoria generale dei sistemi*, Mondadori, Milano.
- Bocchi G., Ceruti M., 2007. *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano.
- Busemeyer J. R., Bruza, P.D., 2014. *Quantum Models of Cognition and Decision*, Cambridge Univ. Press.
- Caianello E.R., 1992. Quantum and Other Physics as Systems Theory, *Riv. Nuovo Cim.*, 4.
- Calude C., Longo G., 2017. The Deluge of Spurious Correlations in Big Data, *Found. Science*, 22, 3, pp.595-612.
- Chiatti L. Licata I., 2017. Particle model from quantum foundations, *Quantum Studies: Mathematics and Foundations*, 4, 2, pp 181–204.
- Cini M., 2001. *Dialoghi di un cattivo maestro*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Cini M., 2004. *Un paradiso perduto. Dall'universo delle leggi naturali al mondo dei processi evolutivi*, Feltrinelli, Milano.
- Conte E., Licata I., Alelù-Paz R., 2015. A Quantum Neurological Model of Perception-Cognition and Awareness in Ambiguous Figures and the Case of the Dalmatian Dog, *Jour. Behav. Brain Sc.*5, 12, pp. 533-549.
- Conway F., Siegelman J., 2005. *L'eroe oscuro dell'età dell'informazione*, Codice edizioni, Torino.
- Deutsch D., Marletto C., 2014. Constructor theory of information, *Proceedings of the Royal Society A*. 471, 2174, 20140540.
- Domingos P., 2016. *L'Algoritmo Definitivo: La macchina che impara da sola e il futuro del nostro mondo*, Bollati- Boringhieri, Torino.
- Erö C., Gewaltig M. O., Keller D., Markram H., 2018 (November). A Cell Atlas for the Mouse Brain, *Frontiers Neuroinformatics*.
- Foerster von H., 1987. *Sistemi che osservano*, Astrolabio Roma.
- Gleick G., 1989. *Caos. La nascita di una nuova scienza*, Rizzoli, Milano.
- Giuliani A., 2010. *Scienza: istruzioni per l'uso*, Rubettino Editore.
- 't Hooft G., 2016. *The Cellular Automaton Interpretation of Quantum Mechanics*, Springer.
- Haken H., 1983. *Synergetics: An Introduction*, Springer.
- Haken H., 2005. *Nel senso della sinergetica*, Di Renzo, Editore, Roma.
- Haven E. Khrennikov A., 2013. *Quantum Social Science*, Cambridge Univ. Press.
- Licata, I., 1991. Minkowski Space-Time and Dirac Vacuum as Ultrareferential Fundamental Frame, *Hadr. J.* 14, 3, 225-250.
- Licata I., 1998. *Informazione e Complessità (a cura di)*, Andromeda Edizioni, Bologna.
- Licata I., 2003. The Big Computer. Complexity and Computability in Physical Universe, in: *Determinism, Holism, and Complexity*, Kluwer Academic/Plenum Publishers pp.117-123.
- Licata I., 2006. General System theory, Like-Quantum Semantics and Fuzzy Sets, *Systemics of Emergence. Research and Development*, pp 723-734.
- Licata I., 2008. *La logica aperta della mente*, Codice Edizioni, Torino.
- Licata I., Sakaji A., 2008b. *Physics of Emergence and Organization*, World Scientific.
- Licata I., 2009. *Osservando la Sfinge. La realtà virtuale della fisica quantistica*, Di Renzo Editore, Roma (seconda edizione).
- Licata I., 2010. Almost-Anywhere Theories: Reductionism and Universality of Emergence, *Complexity*, 16, 5, pp.11-19.

- Licata I., 2013. *Incertezza. Un Approccio Sistemico, Strutture di Mondo 2. Il pensiero sistemico come specchio di una realtà complessa.* Il Mulino, Bologna pp. 35-71.
- Licata I., Minati, G., 2013. *Emergence as Mesoscopic Coherence*, *Systems* 1, 4, pp. 50-65.
- Licata I., 2014. *Methexis, Mimesis and Self-Duality: Theoretical Physics as Formal Systems*, *Versus*, 118, 119–140.
- Licata I., 2015. *I Gatti di Wiener*, Bonanno Editore, Acireale-Roma.
- Licata I., 2015b. *Con Ostinata Dolcezza, Per una scienza critica.* Marcello Cini e il presente: filosofia, storia e politiche della ricerca, ETS Pisa, pp 35-43.
- Licata I., 2016. *Piccole variazioni sulla scienza*, Dedalo Edizioni, Bari.
- Licata I., 2016b. *Beyon Peaceful Coexistence. The Emergence of Space, Time and Quantum* (editor), Imperial College Press, London. Foreword by G. 't Hooft.
- Licata I., Minati G., 2016. *Emergence, Computation and the Freedom Degree Loss Information Principle in Complex Systems*, *Found. Of Science*, 22,4, pp 863–881.
- Licata I., 2018. *Complessità. Un'introduzione semplice*, Di Renzo Editore, Roma.
- Licata I., 2018b. *From Predictability to the Theories of Change, Predictability and the Unpredictable.* *Life, Evolution and Behaviour*, CNR Edizioni.
- Magnani L., 1997. *Ingegnerie della conoscenza*, Marcos y Marcos, Milano.
- Mayer-Schönberger V., Cukier K. N., 2013. *Big data. Una rivoluzione che trasformerà il nostro modo di vivere e già minaccia la nostra libertà*, Garzanti, Milano.
- Minati G., Licata, I., 2012. *Meta-structural properties in collective behaviours*, *Int. Jour. Gen. Systems*, 41, 3, pp. 289-311.
- Minati G., Licata, I., Pessa, E., 2013. *Meta-Structures: The Search of Coherence in Collective Behaviours (without Physics)*, *Elect. Proc. Theor. Computer Science* 130, 35-42.
- Minati G., Pessa E., 2018. *From Collective Beings to Quasi-Systems*, Springer.
- Morin E., 1994. *Il metodo. Ordine, disordine, organizzazione*, Feltrinelli, Milano.
- Pessa E., 2008. *Phase Transitions in Biological Matter*, in *Physics of Emergence and Organization*, Licata I., Sakaji A. eds, World Scientific, Singapore, 2008, pp. 165-228.
- Pessa E., 2012. *Processi di auto-organizzazione e interazioni sistema- ambiente*, *Rivista di Filosofia Neo-Scolastica*, 104, 4, pp. 639-659.
- Pluchino A., Biondo A. E., Rapisarda A., 2018. *Talent vs Luck: the role of randomness in success and failure*, *Advances in Complex Systems* 21, 3/4, 1850014.
- Quine W.O., 2004. *Da un punto di vista logico. Saggi logico-filosofici*, Cortina, Milano.
- Ricciardi L. M., Umezawa, H., 1967. *Brain physics and many-body problems*, *Kibernetik*, 4, pp. 44–48.
- Shaw R., 1981. *Strange Attractors, Chaotic Behavior, and Information Flow*, *Zeitschrift für Naturforschung A*, 36, 1, pp 80–112.
- Stauffer D., 2011. *Statistical Physics for Humanities: A Tutorial*, arXiv: 1109.2475v1 [physics.pop-ph]
- Thagart P., 1988. *Computational Philosophy of Science*, MIT Press.
- Vitiello G., 2001. *My Double Unveiled. The Dissipative Quantum Model of Brain*, John Benjamins Publ., Amsterdam.
- Vitiello, G., 2010. *Stati coerenti e domini coerenti nella fisica della materia vivente*, *La Med. Biol.* 4, pp: 13-18.
- Zanarini G., 1985. *L'emozione di Pensare. Psicologia dell'informatica*, CUP-CLUED, Milano.