

## Intervista a Ignazio Licata: La fisica teorica della mente



Il 30 gennaio scorso sono stato invitato alla presentazione del libro [\*La logica aperta della mente\*](#) (Codice edizioni) tenutasi presso la [Fondazione Lelio e Lisli Basso Issoco](#) di Roma. L'autore, Ignazio Licata, è un noto fisico teorico e direttore dell'[Institute for Scientific Methodology \(ISEM\)](#). Si occupa di fondamenti della fisica quantistica, modelli matematici dei processi cognitivi e teoria della computazione nei sistemi fisici e biologici. Ha studiato con David Bohm e J. P. Vigièr, due nomi fondamentali nella storia delle interpretazioni "realistiche" della meccanica quantistica, con il Nobel Abdus Salam e con Giuseppe Arcidiacono, con il quale ha iniziato ad interessarsi di "relatività proiettiva", una teoria che sta tornando prepotentemente attuale per le sue implicazioni in cosmologia quantistica.



*Nella foto Ignazio Licata (Premio Veneri per La Scienza 2008)*

Il suo ultimo libro è dedicato ad un'originale intreccio tra fisica dell'emergenza, epistemologia e teorie cognitive e gli ha fruttato il Premio Le Veneri per la Scienza 2008. Per discutere la "Logica Aperta della Mente", oltre all'autore, tre ospiti eccellenti: il biologo Alessandro Giuliani dell'Istituto Superiore di Sanità, la filosofa Brunella Antomarini della John Cabot University ed il fisico ed epistemologo Marcello Cini hanno dato vita ad un dialogo transdisciplinare che unito all'agilità di Licata nel presentare le teorie più complesse con una fitta rete di rimandi alla letteratura, alla filosofia, alla musica ed un autentico e cordiale sense of humor hanno reso la presentazione un evento stimolante per il pubblico presente in sala dando vita ad un dibattito in cui le barriere fra pubblico e relatori si sono dissolte, a riprova del fatto che esiste un modo diverso di comunicare la scienza, "smontando"- come dice Licata, "la cassetta degli attrezzi per far vedere come funzionano". Desidero ringraziare Ignazio Licata per la disponibilità e per il tempo che ci ha dedicato per questa intervista.

**Donato Moscara.** Un tuo precedente libro [\*Osservando la Sfinge. La realtà virtuale della fisica quantistica\*](#) è centrato sulle cosiddette interpretazioni "realistiche" della meccanica quantistica e sulla fisica e filosofia dello spazio e del tempo. Rispetto al libro che hai presentato recentemente sembrano due titoli molto diversi.

**Ignazio Licata.** In realtà tra i due libri ci sono molte connessioni. Quando si scende nei sotterranei della fisica teorica, come ho fatto per anni studiando i cosiddetti problemi fondazionali della teoria quantistica, non si può fare a meno prima o poi di toccare corde epistemologiche e farsi delle domande sul rapporto mente-mondo. Le teorie, e più in generale le rappresentazioni, sono il nostro

modo di realizzare un'omeostasi cognitiva con la straordinaria varietà dei fenomeni che ci circondano. La fisica quantistica ha contribuito più di ogni epistemologia a demolire l'idea che le teorie fisiche sono una "fotografia" del mondo. Si tratta piuttosto di costruzioni complesse, raramente univoche o definitive, che "catturano" pezzi di mondo ed in cui troviamo non soltanto i "dati bruti", ma soprattutto gli obiettivi del costruttore della teoria. Nel caso della meccanica quantistica poi, abbiamo nel 1927 ben tre versioni, matematicamente equivalenti ma filosoficamente ricche di sfumature diverse: quella di Schrödinger, legata all'idea di evoluzione nello spazio e nel tempo; quella di Heisenberg, che invece si concentra sulle "osservabili", rompendo con la tradizione classica e poi l'eleganza astrattamente formale di Dirac (che però da vecchio tornerà anche lui sulle questioni interpretative!). Capiterà qualcosa di simile negli anni '40 con le tre famose formulazioni dell'elettrodinamica quantistica. Dietro ogni teoria scientifica, anche quando il nucleo formale è lo stesso, c'è lo "stile" di ogni scienziato. E' una cosa che mi ha affascinato sin da studente comprendere che pensiero c'era dietro un'equazione, capire "l'arte" del fare scienza. Durante i miei anni di formazione, poi, sono accaduti tre fatti importanti: i nuovi sviluppi delle "teorie del tutto" (ricordo ancora i festeggiamenti selvaggi negli scantinati dell'istituto per il Nobel a Glashow, Weinberg e Salam per la teoria delle interazioni elettrodeboli....), ci portarono naturalmente ad interrogarci quanto era grande questo "tutto" promesso dalle teorie unificate, e non pochi di noi emigrarono verso i nuovi territori delle teorie della complessità, guidati dal profetico articolo-manifesto "More is Different" di P. Anderson; lo sviluppo dei personal computer aumentò non soltanto la capacità di simulazione, fondamentale per comprendere i sistemi altamente non-lineari, ma suggerirono anche l'utilità dei metodi matematici per processare l'informazione nella costruzione di un'epistemologia formale, una scienza in grado di parlare di scienza; ed i due magistrali lavori di J. Hopfield, che trasferì gli strumenti formali utilizzati nello stato solido per studiare i "vetri di spin" alle reti neurali, dando un impulso inaspettato nella ripresa di un campo di ricerca che sembrava in stallo. Dagli sviluppi di questi incroci ed interessi deriva il panorama descritto nel libro e che ho definito "fisica della cognizione".

**D.M.** Nel libro hai seguito un approccio multidisciplinare offrendo sempre una visione integrata, anche dal punto di vista storico dello sviluppo delle scoperte. Traspare una critica costante al riduzionismo, l'idea di una magica equazione risoltrice del tutto, che invece trovo ben presente in tante pubblicazioni scientifiche soprattutto quelle destinate al grande pubblico.

**I.L.** E' vero, ma questa critica è costruttiva, non va confusa con una "battaglia" ideologica. Il riduzionismo ha due coniugazioni fondamentali. Nella sua accezione più immediata, utilizza il metodo "divide et impera", cercare di comprendere un sistema analizzando i suoi costituenti "fondamentali". Questo è stato un approccio assai vantaggioso nella storia della scienza, ma semplicemente non funziona per tutti i sistemi con i quali abbiamo a che fare! Come disse David Deutsch ironicamente durante un convegno (l'esempio è ripreso nel suo magnifico "La Trama della Realtà"): "provate a descrivere la seconda guerra mondiale in termini di particelle!". Esempi evidenti vengono proprio dalla fisica: da una parte il concetto stesso di "oggetto fondamentale" è diventato sempre più complesso e spesso dipende dal gioco globale di interazioni in cui è immerso. I quarks non sono isolabili, ed in alcune teorie- seppur molto speculative, come quelle del teorico danese Holger Nielsen- le "particelle" sono "emergenze", né più né meno come le bolle nell'acqua a 100 gradi. In effetti, le transizioni di fase, da quelle più comuni come l'ebollizione fino a processi più esotici nei "fluidi di Yang-Mills", mostrano delle proprietà comuni ed universali che sono largamente indipendenti dalle caratteristiche dei costituenti e sono legate piuttosto ad una dinamica di processo collettiva. E' ovviamente utile comprendere i "mattoni di un sistema", ma è pericoloso considerarli come entità immutabili, e soprattutto pensare di poter dedurre ogni aspetto di un sistema fisico da questi. In questo senso è esemplare l'articolo di Laughlin e Pines ["The Theory of Everything"](#). L'altra accezione del riduzionismo, legata alla prima ma più sottile, è l'idea che da un

livello descrittivo del mondo, girando semplicemente la manopola matematica, si possano dedurre tutti gli altri. Questo porta ai famosi “nient’altro che”: la chimica non è nient’altro che l’equazione di Schrödinger, la biologia non è nient’altro che la chimico-fisica degli organismi viventi, e così via, in una sorta di ideale catena teorica in cui dal livello considerato “fondamentale” si può ricavare “tutto il resto”. Non è così, affatto! Ogni livello mostra proprietà, emergenze e dinamiche peculiari che impongono la costruzione di nuovi strumenti di indagine. Tutto è collegato in natura, ma non come vorrebbero gli eredi del sogno assiomatico di Hilbert di zippare il mondo in un’equazione. I biologi lo hanno sempre saputo, è curioso come i fisici ci abbiano messo tanto. Un’ottima cura per questo tipo di fissazioni è l’acutissimo libro di R. Laughlin, “Un Universo Diverso”.



*Festival di Filosofia di Modena*

**D.M.** La vecchia immagine laplaciana del mondo, dove un essere dotato della capacità di descrivere il singolo comportamento di ogni particella può dedurre il passato ed il futuro del mondo, sembra scontrarsi con difficoltà come l’impredicibilità nei sistemi caotici, l’incertezza intrinseca nelle misurazioni (teoria quantistica), quelli che potremmo chiamare gli aspetti “fuzzy” del mondo. Questi aspetti sembrano non trasparire nell’immagine che offrono i media circa la “potenza” degli strumenti di analisi scientifica della realtà. Cosa ne pensi?

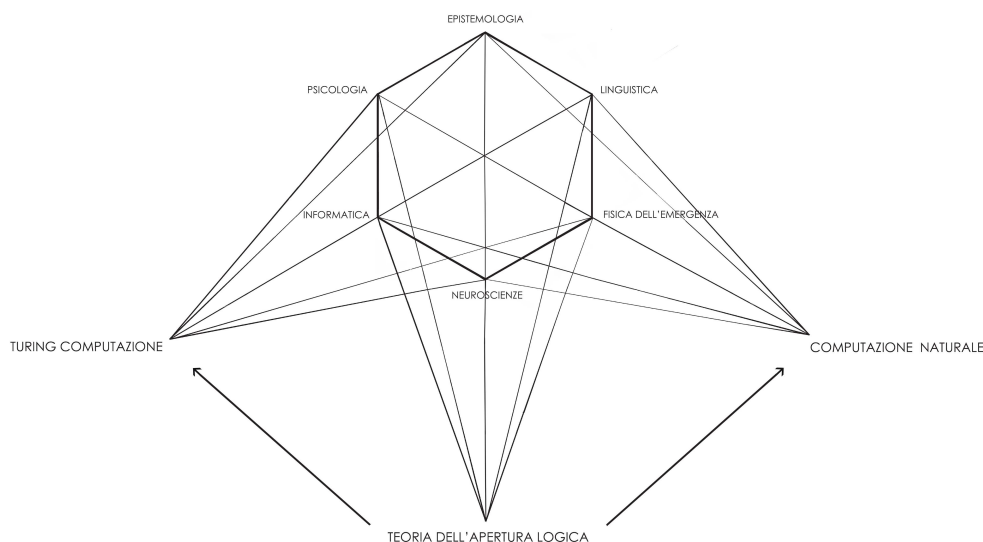
**I.L.** Le formule riduzioniste- il mondo è fatto di bosoni e fermioni, il cervello di neuroni, gli esseri viventi di DNA- sono facili da impacchettare e da vendere sul mercato dell’informazione, purtroppo è un’informazione monca! La sfida interessante sarebbe quella di far capire alla gente come funzionano questi processi, e con quali strumenti li si studia: il DNA è un cristallo non-lineare inerte se non fosse per la danza di proteine che lo attiva; tra i meccanismi neuronali non c’è più “mente” di quanto ci sia musica nei singoli strumenti di un’orchestra: è il processo “dispositivi neurali immersi nel mondo e memorie pregresse” che produce la mente. Infine, tanto per fermarci agli esempi fatti, è vero che il mondo è fatto di bosoni e fermioni, ma solo quando cooperano assieme possiamo vedere all’opera le magie quantistiche, come i superfluidi. Ci sono poi dei limiti ancora più radicali di quelli che citi. I comportamenti caotici, in fondo, sono catturabili in alcuni casi da equazioni molto semplici, ed anche il passaggio da situazioni non-locali a misurazioni locali, il cosiddetto “problema della misura” in meccanica quantistica, non ci impedisce di fare ottime previsioni sui sistemi fisici, in fondo la funzione d’onda evolve secondo un’equazione, quella di Schrödinger, che è formalmente una “normale” equazione di diffusione. Il punto è che quando

scegliamo di descrivere un sistema abbiamo già operato una partizione ideale tra quello che stiamo studiando e il resto del mondo, separazione artificiale che ha un senso solo se teniamo presenti gli obiettivi che il costruttore del modello si è posto. In generale, più un sistema è complesso nelle sue dinamiche interne e nella varietà di interazioni con l'ambiente, più è difficile "comprimerlo" in un modello unico. Appare molto più naturale accettare una pluralità di strategie modellistiche mirate ognuna a descrivere aspetti diversi di un sistema, e l'incertezza, lungi dall'essere un "fastidio", è un normale prezzo da pagare nell'adozione di ogni singolo modello che mette a fuoco alcuni aspetti e ne trascura altri. Il problema del fondamentalismo nell'idea del "modello unico e definitivo" è proprio il demone di Laplace: troppo spesso la scienza viene scritta e comunicata come se derivasse non dal faticoso lavoro ma ricopiata da un Libro di Leggi Eterne. In realtà, come dice il mio amico Tibor Vamos, "noi non possediamo l'occhio di Dio"! Siamo osservatori che adottano prospettive concettuali e costruiscono modelli che rispondono a certe domande e non ad altre. E' questa la forza costruttiva della scienza, non esiste un'unica chiave per tutte le serrature.

**D.M.** Fin dall'antichità l'uomo ha sempre inseguito il sogno della creazione dell'[essere artificiale](#) . Nel libro affronti il controverso tema dell'[Intelligenza Artificiale \(I.A.\)](#) e del rapporto mente, macchina e matematica. Le strategie di sviluppo seguite finora (top-down / bottom-up) e le tecniche a supporto (reti semantiche / reti neurali) non hanno raggiunto efficacemente l'obiettivo, tanto che nel libro parli di approccio ibrido. Puoi dirci qualcosa di più preciso?

**I.L.** Marvin Minsky, uno dei "guru" dell'IA, ha dichiarato più volte che la scelta della denominazione "Artificial Intelligence" fu una scelta strategica per ottenere attenzione e fondi, lui avrebbe preferito sin dall'inizio l'ormai diffusa "Cognitive Science". Questo ci aiuta a contestualizzare l'obiettivo: creare dei modelli matematici dei processi cognitivi. L'intelligenza artificiale è la figlia naturale dell'approccio simbolico-cognitivista che tenta di algoritmizzare le facoltà mentali e riprodurle con macchine di Turing. Quelle più facili da modellizzare si sono rivelate le facoltà di "alto livello", quelle suscettibili di una forte formalizzazione: scacchi, matematica, deduzione logica e così via. Ancora una volta, però, ci troviamo davanti ad una forma di riduzionismo. Infatti la visione del primo cognitivismo è "platonica", ossia l'IA riesce ad implementare dei meccanismi logici, estraendoli dal loro contesto naturale di "processi" ed ipostatizzandoli come algoritmi. Questo è eccezionalmente utile per costruire macchine a cui delegare la parte noiosa del pensiero, ma sicuramente non ha affatto il "sapore" dell'intelligenza autentica. Un programma gira senza dissipazione, non cambia nel tempo se non tramite un complesso gioco di meta(meta(...(meta...))) - regole che sono anch'esse immutabili. Le reti neurali sono più "flessibili", apprendono ed in una certa misura cambiano nel tempo con la tempesta di input provenienti dall'ambiente. Sfruttano caos ed entropia. Queste le rende preziose nel modellare le attività che la perversione intellettualistica della nostra cultura definisce facoltà di "basso livello", quelle senso-motorie. Chiunque abbia lavorato un po' con l'età evolutiva sa benissimo che non c'è un gap ma un profondo legame tra questi due livelli; vedere-sentire-toccare ed in generale "muoversi nel mondo" è all'origine della genesi dell'intelligenza. Anche le reti neurali hanno però i loro problemi: si "saturano" presto, ed in entrambi i casi - IA e reti - ci troviamo con dei "percorsi obbligati" dell'informazione e dei suoi significati. Ricordiamoci che noi non siamo meri manipolatori di informazione, ma la selezioniamo e la trattiamo in relazione alla rete mutevole di significati che le associamo. Un matematico non si limita a giocare con una formula, ma cerca di ricondurla a territori noti, dove quella formula viene illuminata di nuovo significato. E' questo che è accaduto con la celebre dimostrazione del teorema di Fermat, mentre i dilettanti continuavano a fare complicatissime ed inutili manipolazioni algebriche. Il problema prende allora la forma di un tema classico della fisica statistica: può la micro-dinamica sub-simbolica delle reti neurali dar luogo a quelle chiare strutture formali ordinate che sono gli schemi logici di alto livello? E qual'è la loro flessibilità generale? La risposta - provvisoria e parziale, dovuta agli splendidi lavori di Paul Smolensky - è no! I modelli ibridi sono un ingegnoso tentativo

di implementare in uno stesso sistema parti neurali più dinamiche, in grado di gestire il rapporto con l'ambiente in modo agile, e schemi logici forti e fissi. Si sono prodotte interfacce uomo-macchina estremamente potenti, ma c'è ancora molto lavoro da fare per far convergere in modo migliore il livello bottom-up delle reti, quella che viene chiamata intelligenza senza regole, ed il livello simbolico top-down, l'intelligenza che agisce con regole.



*Nella foto "Il Diamante della Conoscenza: intrecci disciplinari nella fisica della mente" (da La Logica Aperta della Mente)*

**D.M.** Mi pare di capire che l'I.A. sia riuscita bene in domini semanticamente limitati come il gioco degli scacchi ([Deep Blue](#) di [IBM](#)) mentre è ben lontana dal raggiungere i livelli di espressività semantica immaginati da [Stanley Kubrick](#) (e devo dire resi benissimo dal doppiatore [Gianfranco Bellini](#)) per [HAL 9000](#). In televisione si iniziano a vedere robot antropomorfi che giocano al calcio e salgono le scale con andatura inquietantemente umana. Alcuni scienziati, tra cui Searle e Penrose, sono tuttavia piuttosto critici sulle reali possibilità di creare un essere artificiale cosciente e pensante ritenendo impossibile andare oltre una limitata comprensione sintattico/semantica dell'informazione. Cosa ne pensi?

**I.L.** Curiosamente questo tipo di ricerca è afflitta da petizioni di principio, pregiudizi ideologici e dichiarazioni di fattibilità/impossibilità. Personalmente preferisco concentrarmi sull'oggi, senza azzardare previsioni su cosa accadrà domani. I robot in stile Rodney Brooks e Luc Steels, due sostenitori radicali dell'approccio bottom-up, emergenza delle facoltà superiori da quelle inferiori-detesto questo linguaggio, ormai lo sai! - sanno fare benissimo un mucchio di cose: danzano come dervisci e si muovono in modo agile e persino sensuale (la tentazione di Pigmalione è una costante dell'IA!). Nelle simulazioni di Steels degli agenti artificiali che cooperano per obiettivi comuni (cibo, accoppiamento, e così via), producono persino delle forme di comunicazione piuttosto articolate, ma alla fin dei conti il loro mondo è ristretto come quello di Deep Blue e dei suoi simili, che non possono neppure godere delle loro vittorie. Tutto questo è estremamente istruttivo, perché sembra delinearsi un messaggio ben preciso: non c'è autentica cognizione senza una coscienza che si forma attraverso una complessa storia di accumulazioni, catastrofi e transizioni nello spazio cognitivo del sistema intelligente. L'importanza della soggettività, che era stata espulsa agli inizi

della scienza cognitiva classica ( come “un fumo che esce dal cervello”, diceva ironicamente il compianto Francisco Varela), ritorna dalla porta principale come elemento essenziale dell’attività cognitiva. Del resto, l’evoluzione ha messo a punto questo sistema in millenni, è del tutto normale che i nostri giocattoli siano assolutamente inadeguati. G. Longo, che è uno dei nostri massimi studiosi in questi territori, ha detto che attualmente il modo migliore per produrre una nuova intelligenza è far incontrare un uomo ed una donna ed aspettare nove mesi. E direi che non è affatto una battuta, ma una sintesi efficace. Ma voglio accettare la tua provocazione sulla science-fiction: a mio parere il film più bello sull’I.A. è Bicentennial Man di Chris Columbus, una straordinaria prova di Robin Williams. L’idea è quella di un “cervello positronico” che naturalmente non vuol dire nulla, ma richiama la teoria quantistica dei campi e la recente teoria del Quantum Brain. Forse ci vogliono principi nuovi, basati sulle corde quantistiche profonde della realtà. E probabilmente una nuova teoria della computazione. Devo però aggiungere che non ritengo plausibile l’ipotesi degli stati di coerenza nei microtubuli di Hameroff e Penrose, e che non sento molto vicine in generale tutte quelle teorie che uniscono “due misteri”: il collasso della funzione d’onda ( non c’è nessun mistero, basta accettare il fatto che il mondo non è classico!) e la “coscienza”. Anche qui non c’è mistero, basta spostare la domanda “sbagliata”- tipo quella di Nagel, “cosa si prova ad essere un pipistrello?”- con una più sensata, tipo “qual è la funzione cognitiva ed il significato evolutivo della coscienza?”. Ottime risposte, utilizzate nel mio libro, sono quelle di [N. Humphrey](#) e [G. Edelman](#): la “privatizzazione delle sensazioni” nel “nucleo dinamico” del cervello, una sorta di “tom-tom” interno che riflette lo stato dell’organismo nell’ambiente e gli segnala dov’è e cosa sta facendo.

**D.M.** I lettori che si interessano di Scienze dell'Informazione troveranno molto stimolante il capitolo riguardante i teoremi di [Gödel](#) e la [tesi di Church-Turing](#) ed anche quello su computazione naturale e sistemi biologici. Dalla lettura si evince che comunque si costruisca un sistema assiomatico esisterà sempre un gap di informazione tra i risultati del sistema "compreso algoritmicamente" e la sua articolazione "naturale" in un insieme di proposizioni. In questo trova relazione il titolo che hai dato al libro, una mente logicamente aperta in grado di produrre nuova informazione e nuove regole, superando ingenue tentazioni meccaniciste?

**I.L.** L’idea di reinterpretare i teoremi di Gödel e Turing non semplicemente come “limitazioni” (lo sono solo per il programma di Hilbert di assiomatizzare tutta la conoscenza matematica), ma piuttosto come un indizio importante sull’attività matematica è di Gregory Chaitin, che arriva a definire la matematica come un sistema aperto. La teoria dell’apertura logica è una sua estensione all’attività modellistica, nata in ambito sistemico dai lavori di Gianfranco Minati, Eliano Pessa, Maria Pietronilla Penna ed i miei. Un sistema è complesso quando scambia energia-materia-informazione con l’ambiente esterno, in quello che Maturana e Varela definirono felicemente “accoppiamento strutturale”: il sistema vivente e cognitivo mantiene una sua autonomia ma cambia nell’interazione con l’ambiente. Il modello matematico di un sistema di questo tipo è come una fotografia scattata da un particolare punto di vista, centrata su poche proprietà e processi, e soltanto una collezione di fotografie, con angolazioni e prospettive diverse, ci racconta qualcosa del sistema. Un sistema logicamente aperto cambia i suoi giochi continuamente, in coevoluzione con l’ambiente, emergono nuovi codici, altri scompaiono, sfrutta la dissipazione e l’incertezza, il caos come l’ordine. Per questo molte delle sue attività non sono ben descritte dalla teoria classica della computazione, ed è necessario ricorrere ad un nuovo paradigma, quello dell’ipercomputazione o computazionale naturale, che si occupa di cose che le macchine di Turing non possono fare e conta già un numero eccezionale di risultati, purtroppo ancora troppo poco noti. Oltre ai lavori di Bruce MacLennan, Hava Siegelmann, Jack Copeland (che con Diane Proudfoot ha scritto l’articolo-manifesto “[Alan Turing’s Forgotten Ideas in Computer Science](#)”), voglio ricordare qui il ricchissimo [sito curato da Mike Stannett](#).

**D.M.** Trovi che l'approccio multidisciplinare e sinergico verso una teoria della mente che comprenda altre discipline oltre la fisica come la psicologia, la linguistica, le neuroscienze e l'informatica incontri resistenze intellettuali all'interno della comunità scientifica?

**I.L.** L'inter-disciplinarietà è assai predicata, ma poco praticata. Non credo sia un fatto di resistenza "attiva", anche se è molto più comodo passare la vita nel proprio orto, ma piuttosto di un problema generazionale. Ci vuole tempo prima che il crossing disciplinare si trasformi in nuove competenze. Mentalità diverse e linguaggi diversi hanno oggettivamente problemi ad incontrarsi. Pensiamo al tempo che è passato dai primi, balbettanti incontri tra fisici e biologi per arrivare alle figure, oggi usuali, del bio-fisico, bio-matematico, del biologo molecolare e adesso dell'ingegnere genetico e delle nanotecnologie applicate al genoma.

**D.M.** Che relazione c'è tra la nozione di emergenza e l'apertura logica?

**I.L.** Ci sono due tipi di emergenza, quella computazionale e quella intrinseca o radicale. La prima è ben rappresentata dalle figure che riempiono uno schermo durante la simulazione di un sistema caotico o dalla formazione di pattern nei sistemi dissipativi, come nella famosa reazione di Belousov-Zhabotinsky o nelle celle di Benard. Sono spettacolari, ma sono "logicamente chiuse", perché si possono descrivere tramite un'equazione di evoluzione su alcune variabili di stato e si possono studiare analiticamente i parametri d'ordine che inducono le transizioni di fase. In breve, è possibile catturarle in una struttura formale perché il tipo di relazione con l'ambiente è piuttosto semplice. L'emergenza intrinseca o radicale è quella dei sistemi logicamente aperti, in cui l'accoppiamento con l'ambiente ed il gioco di retroazioni è così fitto che per tenerne conto ci vorrebbe davvero il demone di Laplace "personalizzato": per ogni sistema, ad ogni istante, bisognerebbe specificare l'intero stato dell'ambiente!!! E' questo il motivo per cui per questo tipo di sistemi non si può scrivere una "teoria del tutto": non sono suscettibili di una descrizione esaustiva "logicamente chiusa" e dunque le "novità" prodotte non possono essere ricavate su base analitico-ricorsiva. E' possibile avere una buona comprensione globale delle possibilità evolutive del sistema, ma è impossibile una predicibilità stretta. E' questo il motivo per cui nessuno di noi sa cosa penserà tra cinque minuti. Ed è questo il motivo per cui non riconosciamo soltanto un'immagine o un odore, ma gli associamo ogni volta significati e tonalità emotive diverse: Proust partendo da un odore ha scritto sette volumi!

**DM:** A metà degli anni '80 ero un giovane studente iscritto al corso di laurea in Scienze dell'Informazione presso l'Università degli Studi di Salerno. Ricordo che un giorno, camminando nei corridoi della facoltà, incrociai un distinto professore che avrei poi rivisto numerose altre volte e che aveva un forte carisma intellettuale. Avrei scoperto più tardi che era il grande [Eduardo Caianiello](#) che tu citi nel libro insieme a Giuseppe Vitiello quando tratti la teoria del Quantum Brain. Puoi provare a darci un'idea di cosa sia?

**I.L.** Hai ragione, Caianiello è stato uno dei nostri massimi teorici, ha dato contributi fondamentali alla teoria dei campi, alle reti neurali ed ha promosso effettivamente l'interdisciplinarietà creando l'Istituto di Cibernetica di Napoli. E' proprio dalle discussioni tra Caianiello e Hiroshi Umezawa che nasce l'idea del Quantum Brain, che trova la sua prima formulazione in un breve e geniale articolo di H. Umezawa e L. M. Ricciardi del 1967, e recentemente ripresa da Eliano Pessa e Giuseppe Vitiello.



*Nella foto Giuseppe Vitiello e Hiroomi Umezawa*

Già nel 1967 Umezawa trovava le reti neurali troppo "rigide" per descrivere i processi cognitivi, ed ha utilizzato uno schema matematico che deriva dalla teoria più raffinata della fisica, la teoria quantistica dei campi. Questa teoria descrive lo spazio-tempo come una sorta di materasso a molle quadridimensionale di interazioni, con creazione ed annichilazione di particelle dal vuoto quantistico. Ad ogni frequenza del reticolo corrisponde un oggetto fisico. L'idea di Umezawa fu quella di non concentrarsi sui singoli neuroni, ma sui loro comportamenti collettivi, descrivendoli attraverso un'originale applicazione di questo formalismo. In questo modo, come hanno mostrato i recenti lavori di Peppino Vitiello sul "Dissipative Quantum Brain", l'attività cognitiva è descritta come un'orchestra di oscillatori accoppiati con l'ambiente esterno (è questo il significato del termine "dissipative"). Il vantaggio rispetto alle più tradizionali reti neurali è enorme: mentre in una rete nodi e connessioni sono fissati, e si modificano di poco nel processo di apprendimento fino a saturarsi, e quindi la struttura fissa la dinamica dell'informazione, nel Quantum Brain è proprio il contrario: è la dinamica globale mente-mondo che guida e modella continuamente quella che è di fatto una super-rete di oscillatori con statistiche quantistiche. Per completezza bisogna dare una cattiva notizia, una buona ed una vera sorpresa. La cattiva è che si tratta di una teoria matematicamente difficile. La buona è che ha già attirato l'attenzione di molti neuroscienziati, e c'è una buona corrispondenza tra le descrizioni teoriche ed i risultati di laboratorio relativi a misure su cervelli "veri". Su ArXiv, ad esempio, si trovano dei lavori scritti da Vitiello con Walter Freeman, uno dei più grandi neurofisiologi del mondo (che tra l'altro non è un ragazzino, classe 1927..... quando si ha voglia di imparare davvero cose nuove, lo si può sempre fare!). Quella sorprendente è che nella teoria appaiono dei termini matematici che riflettono lo stato del sistema nel mondo, e che si prestano straordinariamente bene a descrivere i "qualia", gli stati soggettivi di coscienza.

**D.M.** Di cosa ti occupi adesso? Stai sviluppando i temi della cognizione delineati nel libro?

**I.L.** Sicuramente ci sono un bel po' di cose da sviluppare nel libro. E' stato scritto per fare il punto su un cammino davvero complesso, ma già prima della pubblicazione sono arrivati nuovi risultati, ai quali ho in parte contribuito, sulla computazione naturale, sul modello del neural gas, sull'informazione semantica e la coscienza. Su alcuni di questi temi stiamo organizzando un evento importante, la [Settimana della Ricerca a Matera e Potenza](#) in settembre. Una sistematizzazione formale dei temi epistemologici è contenuta nel mio recente "[Vision as Adaptive Epistemology](#)". In generale però ci sono molte questioni che prima di essere riprese mi dicono di voler essere

metabolizzate. Il segnale tipico è che mi annoio a fare sempre le stesse cose. Dunque mi sto occupando di non-località nella teoria dei campi, di sistemi quantistici dissipativi- in sintesi, di come il mondo classico emerge da quello quantistico!-, e di cosmologia quantistica, un nuovo modello di vuoto quantistico dove l'adozione di un gruppo di simmetrie, quelle del Gruppo di De Sitter, permette di descrivere le particelle in modo analogo alle eccitazioni in un superfluido. E' un argomento affascinante che forse [ridefinirà la visione tradizionale del big-bang](#).

**D.M.** Fai tantissime cose! E' una tua caratteristica o ritieni sia un atteggiamento diffuso tra i fisici oggi?

**I.L.** Fisica è ciò che fanno i fisici (la notte tardi, aggiunge qualcuno!). La fisica ha sempre trovato nutrimento e possibilità di sviluppo agganciandosi ad altri campi ed individuando buchi: la meccanica classica ha avuto il suo banco di prova nell'astronomia, la teoria dei quanti e la relatività derivano rispettivamente dal problema di conciliare l'elettromagnetismo con la termodinamica e con la meccanica di Galilei, e così via. Oggi il nutrimento della fisica sono i sistemi complessi, dalle proteine alla mente, fino ai sistemi socio-economici. C'è sempre qualcos'altro da fare.

**D.M.** Ti auguro buon lavoro e ti ringrazio per la tua disponibilità e cortesia. Permettimi ancora di ricordare il tuo blog su [nòva100](#).