

Il fisico Giorgio Masiero ha concesso la pubblicazione di questo suo lavoro, già apparso nel sito "Critica scientifica" di Enzo Pennetta (<https://www.enzopennetta.it/>).

Il tema da lui trattato è collegabile alla visione evolutiva di Teilhard de Chardin, che a fronte all'apparente antitesi fra *entropia e complessificazione* della materia postulò l'esistenza di un "Attrattore" universale ed extratemporale: Il Punto Omega. La difficoltà scientifica di tale soluzione fu sottolineata per la prima volta al "Colloque international sur l'actualité de Pierre Teilhard de Chardin", Paris, UNESCO, 16-18 settembre 1981", da A.A. Zubov dell'Accademia delle Scienze dell'URSS. A tal proposito si veda, in questo sito, l'articolo di F. Mantovani: "[Rappresentazioni fenomeniche e trascendenti del Punto Omega](#)".

Il lavoro di Giorgio Masiero mostra fra l'altro che in campo biologico la violazione del secondo principio della termodinamica è solo apparente.

f.m.

PER UNA NUOVA BIOLOGIA COERENTE CON IL SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

Giorgio Masiero

1. Il secondo principio della termodinamica

Secondo **Albert Einstein**, il secondo principio della termodinamica è la "**legge più importante di tutta la scienza**". Se è così, non può chiamarsi scientifica una teoria che fin dagli assiomi lo contraddicesse. **Arthur Eddington** è arrivato a chiamarlo "**la suprema legge metafisica dell'Universo**": **metafisica, quasi a dire sopra l'Universo e fondativa di esso**. Il principio proclama che in un sistema "isolato" (che non scambia cioè, materia-energia con un altro) il disordine – matematicamente misurato con una funzione detta "**entropia**" – cresce col tempo. Il principio determina la direzione dei processi naturali: dalle configurazioni meno probabili a quelle più probabili, dalle strutture ordinate alle distribuzioni disordinate. Mai accade l'opposto.

Abbandoniamo in una landa deserta un'auto, consegnandola al lavoro degli elementi naturali. Che cosa ci aspettiamo al trascorrere degli anni, dei decenni, dei secoli? Solo la distruzione progressiva di tutti i suoi organi funzionali, fino alla sua riduzione in sabbia. Nient'altro, perché il martellamento incessante di piccole mutazioni casuali operate dalla meteorologia si tradurrà in un deterioramento graduale inarrestabile dei meccanismi. **Il segno distruttivo/costruttivo delle micro-modifiche è una questione di probabilità, che con i rapporti numerici in gioco si tramuta in certezza della dissoluzione. La costrizione è logico-matematica prima che fisica, per questo la legge è "metafisica"**.

Oppure, prendiamo 2 bombole uguali, una vuota ed una contenente $N \gg 1$ (per es., $N \sim 10^{23}$) molecole di un gas e colleghiamole: dopo pochi secondi le molecole del gas si saranno ripartite ugualmente tra le 2 bombole, che avranno raggiunto la stessa pressione. L'equilibrio raggiunto è dinamico: ciò significa che le molecole continuano ad agitarsi, spostandosi da un recipiente all'altro, ma raggiunta la parità numerica, in ogni momento tante andranno dalla prima bombola alla seconda quante dalla seconda alla prima. **Nessuna legge meccanica vieta una distribuzione non uniforme**, per es. che le particelle si ripartano in rapporti 1:2, o 5:3, o anche 0:N. **Se però calcoliamo le combinazioni teoricamente possibili, troviamo che sono estremamente più numerose quelle intorno alla suddivisione 1:1**, avente massima probabilità, rispetto a quelle sbilanciate, tanto più improbabili quanto più sbilanciate. Quindi mai capiterà nella vita dell'Universo, che è infinitesima rispetto al tempo richiesto alle N molecole per esplorare tutte le combinazioni, una distribuzione diversa da una uniforme. **Il secondo principio della termodinamica illustra questa certezza matematica nei rapporti di probabilità, che si traduce in certezza fisica di frequenza di ciò che accade**.

Un'altra applicazione del principio è data dalla direzione del calore. Il calore si trasmette sempre dai corpi più caldi a quelli più freddi, così che dopo un po' tutti i corpi in contatto si portano alla stessa temperatura;

mai il calore passa dai corpi più freddi ai più caldi spontaneamente. E il frigorifero? Un frigo è una macchina progettata per fare l'opposto, per trasferire calore dai corpi freddi, contenuti nel suo interno, alla stanza più calda esterna. Il frigorifero non è soggetto alla legge dell'entropia perché non è un sistema isolato, ma "aperto": esso è infatti collegato ad un ambiente esterno (rete elettrica e cucina), da cui attinge l'energia per funzionare e su cui scarica calore. Se consideriamo l'insieme {frigo + ambiente} e calcoliamo la variazione totale di entropia, troveremo ancora che essa è aumentata: per mantenere al fresco i viveri viene scaricato calore nell'ambiente e, a conti fatti, ne è scaricato più di quanto ne è sottratto ai cibi, perché dell'energia va per il funzionamento del frigorifero, che infine la scarica sotto forma di calore aggiuntivo in cucina; ed altro calore è involontariamente prodotto dalla public utility, che viene in una quota disperso nel processo industriale di produzione di energia elettrica dalla fonte primaria e in altre quote ancora nella distribuzione e nell'erogazione all'utente. **È importante poi notare che il raffreddamento d'un sistema aperto a spese d'un altro sistema più caldo, collegato al primo per scambi di materia-energia, può avvenire comunque soltanto se pre-esiste un meccanismo (come il frigo) che esegua i cicli chimico-fisici di raffreddamento. In sua assenza, un raffreddamento non avviene spontaneamente, nemmeno localmente tra sotto-sistemi aperti dello stesso sistema isolato.**

Analogamente, noi potremmo riportare tutte le N molecole in un'unica bombola e svuotare l'altra, ma questo non accadrà mai *da sé* nel sistema delle 2 bombole: ad esse dovremmo aggiungere un terzo sistema (*ambiente*) ed un meccanismo (*pompa*), che esegua l'operazione di spingere il gas da un recipiente all'altro, al prezzo dell'energia sottratta all'ambiente e dell'entropia aggiuntavi. E se il bilancio finale dell'energia è sempre in pareggio (per il dettato del primo principio della termodinamica, di *conservazione dell'energia*), quello dell'entropia è invece sempre positivo, perché il riordinamento operato localmente nelle 2 bombole è minore del disordine aggiunto all'ambiente dall'impiego di energia della pompa finito in calore e dal sistema elettrico che le ha consentito di operare con l'esito di produrre altro calore.

Altra manifestazione ancora della legge dell'entropia si dà scagliando contro un muro una bottiglia di vetro: questa si frantuma in tanti cocci, mentre non capiterà mai di assistere (nemmeno in un riferimento privo di gravità, come un ascensore in caduta libera o una navicella spaziale) ai cocci di una bottiglia rotta che rimbalzando dalla parete si ricompongono spontaneamente a ricostruire la bottiglia. **Anche in questo caso non c'è nessuna legge della meccanica che vieti tale movimento degli atomi, che è la copia del primo (di urto e rottura) ottenuta invertendo il tempo.** Ma il secondo principio della termodinamica è lì, a prendere atto che nel nostro Universo il tempo ha una freccia e a codificarla nell'equazione dell'aumento d'entropia. Ed anche chi non conosce la fisica, assistendo al cinema alla rappresentazione dei due eventi opposti, riconosce subito quale è stato proiettato come accade in Natura e quale invece è stato artificialmente prodotto riavvolgendo all'indietro il film. Perché si ripristini la bottiglia (o un catorcio abbandonato per anni ridiventi un'auto fiammante perfettamente funzionante), *serve un apparato capace di aggiustare pezzi e ricostruire e ricollegare organi*, oltreché un ambiente che fornisca l'energia per le operazioni, destinata finalmente a degradarsi in calore e ad accrescere l'entropia del sistema complessivo.

Essendo il calore una manifestazione del moto delle particelle, si può dimostrare che i 4 fenomeni succitati sono matematicamente lo stesso a livello atomico, descrivibile con un unico modello matematico: per cui nei 4 casi, ed in tutti i fenomeni fisici, non si può sfuggire al secondo principio della termodinamica.

Noi però abbiamo sotto il naso, in continuazione, apparenti violazioni della legge: assistiamo tutto il giorno a infiniti cocci che come per magia si ricompongono in splendidi oggetti, a miriadi di componenti aeronautiche che si assemblano da sole in macchine volanti, a miliardi di tessere sparse che si dispongono spontaneamente nelle loro posizioni programmate. Sono i semi sepolti che diventano piante, riordinando e scartando ad uno ad uno atomi e molecole sparpagliati, raccolti dall'aria e dall'humus, con un lavoro continuo ed ordinato che sembra obbedire ai comandi di un programma; sono gli uccelli che crescono da un embrione, i cui organi nell'uovo metabolizzano le molecole, riordinandole con tutta evidenza secondo un progetto e diventando splendidi oggetti volanti; è l'avventura di ogni essere umano iniziata dall'incontro di uno spermatozoo

con una cellula uovo; è la ferita ad un dito che si rimargina *da sola*; ecc., ecc. Sono tutti i fenomeni appartenenti alla vita. Ma non solo...

Anche nella materia inanimata, seppure in misura molto meno spettacolare che in quella animata, avvengono fenomeni di comparsa d'ordine in apparente violazione della legge dell'entropia. Uno di questi entra nella tecnica tradizionale usata dai cercatori d'oro per filtrare il metallo prezioso dal miscuglio minerale: agitando la miscela eterogenea, essi sfruttano la *forza di gravità* per separare le particelle più pesanti, che vanno nel fondo del setaccio, da quelle più leggere, che emergono in superficie, con l'effetto *anti-entropico* di riordinare un sotto-sistema. Mentre, nei casi comuni, l'agitazione d'una miscela allo stato liquido provoca un veloce raggiungimento della massima entropia, perché accelera la distruzione di eventuali isole d'ordine generatesi per scarsa diffusione, nel caso dei microaggregati (sospensioni di particelle di peso diverso) la stessa operazione è *anti-entropica*, in quanto *esalta l'effetto localmente ordinante della forza di gravità*. Altri casi di anti-entropia locale sono la formazione di vortici ordinati grazie alla presenza di gradienti di energia, i fenomeni atmosferici, l'erosione differenziale di rocce a diversa composizione di durezza, ecc. **In generale, nei fenomeni fisici ad apparizione d'ordine, si sa che è sempre un campo di forze agenti nel sistema ("driving field") ad operare l'evoluzione anti-entropica in un suo sotto-sistema a prezzo dell'accelerazione entropica degli altri sotto-sistemi. Complessivamente comunque, sempre l'entropia aumenta.**

Pure nei fenomeni biologici la violazione del secondo principio della termodinamica è solo apparente. Il seme, per diventare pianta, ha bisogno dell'energia che gli proviene dal Sole e della materia che aspira dal terreno. Il sistema isolato, dove la seconda legge della termodinamica calcola la variazione complessiva di disordine, non è quindi il seme, ma la terna {seme + terreno + Sole}. E se si calcola la variazione complessiva di entropia, si trova che l'ordine che aumenta nella pianta durante la sua crescita è superato dal disordine che cresce nella Terra, dove si sgretolano pre-esistenti strutture minerali, ed anche nel Sole, man mano che i processi di fusione nucleare ne diminuiscono la riserva di energia. Termodinamicamente, la vita è creazione locale d'ordine resa possibile dalla crescita di disordine nell'ambiente che ospita e permette la vita. **La stessa vita umana, quanto più è meravigliosa epifania di ordine, complessità e bellezza in se stessa e nei prodotti dell'arte e della tecnica da essa creati, tanto più induce disordine (inquinamento e diminuzione di energia fruibile) nella Natura che essa sfrutta.** Il calcolo matematico dell'entropia non dà mai per somma algebrica lo zero, ma sempre un delta positivo di disordine che misura nell'Universo il tempo che passa e l'energia utile che cala. **La vita vive e si diffonde in un Universo che si dirige verso la morte termica.**

Ma qual è il driving field fisico responsabile dell'apparizione d'ordine locale nei fenomeni della vita?

2. Pars destruens: la Sintesi moderna non è una teoria scientifica

L'ordine locale degli organismi viventi può essere costruito e conservato perché è guidato da meccanismi pre-esistenti (DNA, membrane biologiche, proteine, ecc.), senza cui esso non potrebbe avverarsi dal caos. La vita pone così alla scienza un problema che rimane inspiegato: **la pre-esistenza delle strutture organiche che governano il flusso di energia in direzione anti-entropica tra i sotto-sistemi.** Nessuno è ancora in grado di spiegare come si possa produrre un flusso di energia tra i vari sistemi, in modo da codificare almeno una proteina funzionante. Certo, i sistemi viventi lo fanno in continuazione, sfruttano energia proprio a questo fine, ma solo perché il meccanismo metabolico assemblato allo scopo è già sul posto al lavoro! **Senza un metabolismo funzionante, per variazione spontanea d'entropia, potrebbe solo accadere per una specie, anzi per ogni organismo vivente, anzi per un singolo organo, lo stesso destino dell'automobile abbandonata alle intemperie: la dissoluzione in seguito alle micro-mutazioni negative che sono estremamente più numerose di quelle, se esistono, favorevoli a una diversa evoluzione organica o vitale o specifica.** **In assenza di un campo di forza fisico responsabile dell'organizzazione biologica, solo la successione di micro-variazioni che portano alla distruzione dell'organismo è coerente con la legge dell'entropia, mentre il processo inverso – ovvero l'integrazione di tante piccole variazioni genetiche casuali che, per cosiddetta "selezione**

naturale”, portino alla creazione di un nuovo organo – sarebbe un processo di decremento dell’entropia vietato dalla fisica. La selezione naturale come setaccio aureo anti-entropico che filtra “il più adatto” – una *tautologia* che definisce a posteriori “il più adatto” come coincidente col “sopravvissuto” – non può surrogare l’assenza d’un campo fisico, prima logicamente che fisicamente.

Assumere l’abiogenesi per quadro iniziale *dato*, prescindendo da (o rinviando) la ricerca dei suoi possibili meccanismi, per dedicarsi *intanto* alla spiegazione riduzionistica dell’evoluzione tramite la successione di micro-eventi casuali estremamente improbabili, non è uno schema scientifico, *in assenza del driving field fisico che renda conto dell’apparizione d’ordine locale biologico*. C’è di più: i meccanismi fisici alla base dell’origine della vita non sono ragionevolmente diversi da quelli che ne hanno guidato l’evoluzione e quindi pre-assumere la vita implica necessariamente, oltreché rassegnarsi a non comprenderla, anche arrendersi all’ignoranza dei meccanismi reali, fisici, dell’evoluzione stessa. Un’ignoranza che viene velata col ricorso assiomatico (che diventa subito *sistematico*) al caso anti-entropico. A meno che, come da qualche parte con espedienti, metafore e neologismi si suggerisce in un indefesso processo di “estensione” del paradigma monodiano, non si reintroduca un finalismo mascherato..., ma allora, dal punto di vista epistemologico, la Sintesi moderna più o meno “estesa”, coinciderebbe con l’ID teologico o l’ID alieno (“panspermia”), e come questi fallirebbe ancora il carattere di scienza, perché circolarmente postulerebbe ciò che pretende di spiegare.

Macchine sofisticate pre-esistenti aventi l’effetto di ridurre localmente l’entropia sono i cloroplasti presenti nelle cellule delle piante, che guidano il processo di fotosintesi, convertendo l’energia luminosa del Sole in energia chimica necessaria alle funzioni vegetali. **Come potrebbe una nuova biologia scientifica cercare di spiegare la comparsa dei cloroplasti (di cui la più avanzata tecnologia moderna non può neanche immaginare un processo artificiale di riproduzione), avendo rinunciato alla solita – risibile, perché termodinamicamente preclusa – just so story darwiniana del batterio che “in qualche modo” si evolve in cloroplasto, “magari” in seguito ad una simbiosi con qualche cellula eucariote primitiva?** Gli studiosi neodarwinisti sono coscienti di questa impasse tra la loro teoria e la fisica e non hanno trovato di meglio che invocare un “*potere magico*” (Jeremy Rifkin) dell’evoluzione per ribadire la loro fede. Forse si può fare di meglio che ricorrere alla magia, e rimanere in ambito scientifico.

3. Pars construens: linee guida per una nuova biologia scientifica

Ritorniamo alla fisica e cerchiamo forme di ordine stabile, stavolta. Per es., i cristalli. Abbassando lentamente la temperatura dell’acqua, improvvisamente a 0° C interviene un cambio di fase: le goccioline si trasformano in fiocchi di neve dalle infinite forme, geometricamente regolari, con l’esagono come tema costante. Altre sostanze assumono nei cambi di fase altre geometrie (prismi, romboedri, ecc.), esibenti un ordine spontaneo. La fisica spiega la comparsa di quest’ordine con un assioma: a date condizioni di temperatura e pressione, la configurazione delle particelle di ogni cristallo ha la minima energia del campo elettromagnetico consentita dalla meccanica quantistica. **In altre parole, la simmetria stabile del cristallo non è che un ordine pre-esistente nel campo, il quale nella precipitazione della materia allo stato solido emerge a livello macroscopico.**

Altri fenomeni fisici spettacolari che nei cambi di fase (aeriforme ↔ liquida ↔ solida, ma non solo) svelano a livello macroscopico simmetrie naturali profonde sono la superconduttività, la superfluidità, i cristalli liquidi, l’antiferromagnetismo, la ferroelettricità, ecc. In generale, l’ordine che ogni volta emerge è codificato nelle proprietà di simmetria matematica dei campi fisici, che sono le sorgenti delle forze intra- ed inter-atomiche che tengono unite le particelle del materiale: l’ordine pre-esiste, perché esiste in tutte le fasi della materia, ma solo nei cambi di fase si rende visibile in forme diverse. Anche in fisica il caso – in tutte le sue varianti – ha un ruolo negli affari generali, già **a cominciare in meccanica classica dal problema dei 3**

corpi, in cui l'ipersensibilità alle condizioni iniziali del campo gravitazionale nega operatività al determinismo laplaciano. Ma la fisica non invoca un caso anti-entropico (ovvero, contrario alle leggi statistiche del caso!) per spiegare l'ordine che appare, ma lo predice come l'esito necessario del flusso energetico tra strutture atomiche soggette a campi dotati di adeguate simmetrie pre-esistenti.

Insomma, la materia non crea ordine ex nihilo, per caso. Equivalentemente, per il **Teorema di Shannon (1948)** che eguaglia l'incremento di entropia ΔS al decremento d'informazione $-\Delta I$ (di cui disponiamo sulla sua configurazione microscopica effettiva), l'evoluzione della materia non va nel senso di accrescere la nostra informazione, ma nei cambi di fase lascia apparire a livello macroscopico l'ordine nascosto ed il contenuto informativo pre-esistenti nei campi. Qui, alla forma matematica dei campi, la fisica si ferma. Si può dire che tutta la fisica moderna, da un secolo (**Teorema di Noether, 1915**) spiega i fenomeni naturali che le competono assumendo l'esistenza di simmetrie di campo che non hanno altra giustificazione se non nelle predizioni controllate dall'esperimento che possono fare. A questo approccio, fondato sull'esistenza di simmetrie (o invarianze di gauge), postulate inizialmente in base a criteri di semplicità ed estetica, si devono le più grandi scoperte della fisica teorica, dall'antimateria di Dirac al neutrino di Pauli al bosone di Higgs, confermate sperimentalmente (anche dopo decenni dalla loro predizione) da un'empiria guidata dalla teoria. Oggi si può definire la fisica teorica come lo studio delle simmetrie naturali: una scienza che anticipa i fatti ignoti, piuttosto che una *poiesis* che insegue la ricca fenomenologia di quelli noti, ed arricchisce con questo statuto la conoscenza del reale, accrescendo la potenza della tecnica con sempre nuove applicazioni.

Ora, come l'informazione necessaria alla comprensione dell'emersione d'ordine visibile è già presente nei meccanismi del frigorifero o nelle simmetrie del campo elettromagnetico d'un cristallo, si può far risalire il contenuto informativo dei cloroplasti a simmetrie matematiche postulate nelle costituenti teorie fisiche dei sistemi vegetali? e se sì, basterà il campo elettromagnetico, magari insieme a qualcuno degli altri campi fisici noti, o servirà postulare, con una rivoluzione fisica, un nuovo campo?

La risposta positiva alla prima domanda può essere ricercata esplorando le opzioni aperte nella seconda, ma non è garantita. C'è infatti (almeno) un livello di complessità in più tra l'informazione dei cristalli (e degli altri fenomeni fisici citati) e quella dei sistemi viventi, che riguarda la *capacità auto-organizzativa* di questi ultimi. Per capire la differenza tra i due tipi, si osservi l'ordine dei sassolini di una spiaggia prodotto dal moto ondoso e lo si confronti con quello di un castello di sabbia costruito da un bambino: l'ordinamento trasversale dei sassi secondo la loro massa è di tipo ripetitivo, periodico, contiene poca informazione (tutti gli ordinamenti di sassi, di tutte le spiagge del mondo, sono uguali); le simmetrie del castello sono creative, aperiodiche e contengono molta informazione (ogni castello di bambino è diverso da un altro). Il salto di complessità dei due ordinamenti è codificato nella differenza di quantità d'informazione pre-esistente nella seconda legge della dinamica rispetto a quella ideata dalla mente del bambino. **Ebbene, se si vuole superare l'ingenuità darwiniana, senza ricorrere alla "magia" e rispettando la legge dell'entropia – che guida i fenomeni fisici ad evolvere dalle configurazioni macroscopiche a maggiore informazione a quelle a minore – una teoria fisica dei cloroplasti deve assumere a priori un contenuto informativo non minore di quello dei cloroplasti che intende spiegare.**

Il successo del metodo in fisica dimostra che la massa informativa dei postulati non implica necessariamente la violazione della parsimonia di Occam, quando la loro codificazione in un sistema formale producesse equazioni risolubili da un calcolatore e capaci di estrarre dalla simmetria del campo, nella logica del teorema di Noether, strutture biologiche conservate come, per es., *"il profilo largamente invariante di espressione genica dei soli 200 tipi di tessuto necessari a costruire tutti gli animali o le poco più di 1.000 forme che rendono ragione di tutte le proteine esistenti"* (Alessandro Giuliani in un suo <http://www.enzopennetta.it/2012/09/rendere-la-biologia-scientificamente-accettabile/>)

Nello stesso articolo e in un altro di Michele Forastiere (<http://www.enzopennetta.it/2012/09/verso-una-nuova-teoria-dellevoluzione/>) si sono spiegate le ragioni scientifiche per abbracciare in ricerca biologica un metodo

top-down, attraverso le teorie di sistemi e reti, la statistica, la teoria della complessità, ecc. C'è anche un'altra ragione per doverlo fare, di complessità algoritmica: **in meccanica quantistica, quando sono coinvolte una decina di particelle, non si può risolvere l'equazione di campo nemmeno approssimativamente con i computer d'oggi, né del futuro, perché la memoria richiesta supera la massa dell'Universo.** Così, in fisica dello stato solido e in fisica del plasma, il ricorso alla statistica non è un'opzione, ma un obbligo. Tanto meno si possono conoscere le soluzioni delle equazioni nei casi delle macromolecole biologiche, contenenti centinaia o migliaia di particelle. **Bene ha fatto quindi Ilya Prigogine (che ha cercato per tutta la vita di spiegare l'auto-organizzazione delle molecole organiche nelle macromolecole complesse dei sistemi viventi) ad evitare il riduzionismo sterile della biologia molecolare e a perseguire un approccio sistemico, che coniugasse la teoria quantistica dei campi con tecniche matematiche olistiche.** Anche chi professa il riduzionismo filosofico deve inchinarsi alla complessità algoritmica, se vuole fare scienza. Prigogine, tuttavia, non s'è reso conto della necessità di dover pagare a priori il prezzo dell'alto contenuto informativo contenuto nel DNA e nelle proteine, se ne voleva spiegare l'auto-organizzazione, ed anziché postularlo nella matematica della teoria, l'ha affidato al dogma del potere della chimica organica di creare informazione: non significa questo precludersi a priori una teoria della vita coerente con la termodinamica? Nessuna meraviglia, quindi, che egli abbia dovuto infine confessare: **"Il problema dell'ordine biologico coinvolge il passaggio dall'attività molecolare all'ordine super-molecolare della cellula. Questo problema è lungi dall'esser risolto"** (Ilya Prigogine and Isabelle Stengers, "Order Out of Chaos", Bantam Books, New York, 1984, p. 175). **Se Peter Higgs 50 anni fa non avesse pre-assunto le simmetrie d'un campo a spin 0, doppietto in SU(2) con ipercarica U(1) e privo di colore, avrebbe predetto il meccanismo che dà massa all'Universo, guidando un esperimento che l'ha confermato solo ieri?**

In fondo è in gioco una questione epistemologica: il significato di *spiegazione scientifica*. Se vi assumiamo la versione naïve di "ragionamento di riduzione all'evidenza controllato dall'osservazione", resteremo in biologia prigionieri dello schema darwiniano, fatto di racconti infalsificabili, tautologie, infinite sequenze improbabilissime di casi improbabilissimi: in una parola, nella *magia* della biologia molecolare. Se assumeremo invece il significato moderno di "modello matematico capace di previsioni falsificabili", la biologia si renderà *scientificamente accettabile*. Forse diverrà tanto fertile di predittività quanto di applicazioni. Ed i capitali finanziari torneranno a investirvi.

GIORGIO MASIERO: giorgio_masiero@alice.it Laureato in fisica, dopo un'attività di ricercatore e docente, ha lavorato in aziende industriali, della logistica, della finanza ed editoriali, pubbliche e private. Consigliere economico del governo negli anni '80, ha curato la privatizzazione dei settori delle telecomunicazioni, agro-alimentare, chimico e siderurgico, e il riassetto del settore bancario. Dal 2005 interviene presso università italiane ed estere in corsi e seminari dedicati alle nuove tecnologie ICT e Biotech.