

Ecologia come storia della lotta tra entropia e neghentropia: il drammatico messaggio per la Terra contenuto nel secondo principio della termodinamica

Scontro nella biosfera

Condanne per l'ultimo test nucleare francese nel Pacifico

Alle ore 16,40 (tempo di Greenwich) di mercoledì 21 novembre è avvenuta nell'atollo di Mururoa, nel Pacifico, un'esplosione della potenza di 35-50 kilotoni. L'esplosione costituisce il centotrentunesimo esperimento nucleare effettuato dalla Francia in questa zona del Pacifico e il sesto dall'inizio dell'anno. Il governo australiano ha reiterato la sua decisa opposizione al programma francese di test nucleari nella Polinesia francese. Una decisa condanna è arrivata anche dai responsabili di Greenpeace a bordo della nave «Rainbow Warrior», in rotta verso l'atollo di Mururoa per intraprendere un programma di monitoraggio ambientale per rilevare la radioattività della zona.

Nasce una stella e Hubble la fotografa

Scrutando nel cuore della grande nebulosa di Orione, un «nido d'infanzia» per stelle lontano 1500 anni luce, il telescopio Hubble ha scoperto un getto di gas ad alta velocità che scaturiscono da una stella neonata. Le stelle giovani sono abbondanti nella regione di Orione, dove si formano in continuazione. I getti di gas sembrano far parte del normale processo di nascita, e si formano quando la stella comincia a brillare per la fusione termonucleare. L'immagine di questo getto è dieci volte più nitida di quelle viste dagli astronomi precedentemente.

La Cina costruisce la bomba a neutroni allo spionaggio

La repubblica popolare cinese fu in grado di costruire la bomba a neutroni grazie ad una operazione di spionaggio che sottrasse importanti informazioni segrete dal laboratorio nazionale Lawrence Livermore negli Stati Uniti. Un dirigente del laboratorio, che ha parlato a condizione di vedere rispettato il proprio anonimato, ha rivelato al «San Jose Mercury News» che le informazioni furono trasmesse ai cinesi in un tempo imprecisato prima del 1987, informazioni necessarie agli scienziati di Pechino per far esplodere l'ordigno a neutroni nel settembre del 1988. Il funzionario ha detto che l'operazione di spionaggio fu possibile a causa dell'assoluta mancanza di controllo e supervisione da parte della direzione del centro sperimentale.

Dal primo dicembre «Futuro remoto» a Napoli

Prende il via sabato primo dicembre a Napoli la quarta edizione di «Futuro remoto: un viaggio tra scienza e fantascienza». La manifestazione, promossa dalla Fondazione Ids con lo scopo di divulgare la conoscenza delle innovazioni scientifiche e tecnologiche, si svolge nei padiglioni della mostra d'oltremare di Napoli. Nelle precedenti edizioni la rassegna scientifica è stata visitata complessivamente da oltre 300 mila persone, in prevalenza giovani. L'edizione di quest'anno promette di essere ancora più stimolante con un fitto calendario di mostre, dibattiti, conferenze, spazi laboratorio, convegni, rassegne cinematografiche e teatrali, concerti, letture poetiche, premi letterari, presentazioni di libri e riviste, nonché incontri tra i grandi protagonisti della scienza con i giovani. Per la giornata inaugurale è prevista la presenza del premio Nobel Rita Levi Montalcini, che parlerà su «Le frontiere della biologia».

I successi della tecnica laser in medicina

Tramite i risultati più significativi ottenuti con l'uso del laser vi è la possibilità di individuare e di eliminare i tumori di dimensioni ridotte, senza ricorrere alla chirurgia. In occasione della giornata inaugurale dell'Ottavo congresso nazionale della Società italiana di laser chirurgia e medicina, aperti ieri a Padova, è stato sottolineato che un numero crescente di guarigioni viene ottenuto proprio con l'impiego della nuova tecnica. «Il laser - ha detto il prof. Alberto Peracchia - applicato in particolare alle patologie dell'apparato digerente, si è rivelato un ottimo spazzino tumorale». Il principio base è l'uso di una terapia fotodinamica, fondata sull'immersione nel corpo di un agente, l'ematoporfirina, una sostanza fotosensibile che reagisce con l'ossigeno, la luce e alcuni farmaci, consentendo di localizzare ed eliminare le cellule malate. «La terapia fotodinamica del laser - ha osservato il prof. Pasquale Spinelli - ingrandisce da due a dieci volte l'immagine del tessuto tumorale, consentendo la prima terapia selettiva in questo campo». Il laser può inoltre essere usato almeno nel 20 per cento delle operazioni per la riapertura di vene o arterie ostruite.

CRISTIANA PULCINELLI

Complessità e disordine, creatività e morte termica, entropia e neghentropia. Riaccendiamo le fila del convegno di fisica-chimica ambientale che si è tenuto qualche tempo fa a Siena, per ricostruire il messaggio che da lì è partito: ci sono dei limiti, nel lungo periodo, allo sviluppo della vita sul nostro pianeta. Dei limiti nel breve periodo allo sviluppo economico della società dell'uomo.

PIETRO GRECO

SIENA. La Terra, un sistema chiuso. La vita, l'instabile compromesso tra entropia e neghentropia. Ne convegnò. La visione che del mondo hanno i chimici fisici è squisita e oscura e un tantino strana. Ma se, con un po' di pazienza, proviamo a decodificare il gergo astruso scopriremo, a sorpresa, una chiave di interpretazione stimolante ed una rappresentazione epica della nostra realtà quotidiana. Dove, modulate dalle leggi della termodinamica, si scontrano forze opposte. Titaniche. La complessità e il disordine. La creatività e la morte termica. La neghentropia e l'entropia, appunto. Forze di (quasi) pari intensità. E, quindi, (quasi) eterne. Almeno nella nostra particolarissima scala del tempo.

Un gruppo di chimici fisici ha risposto alla convocazione di Claudio Rossi e di Enzo Tiezzi e si è riunito di recente nelle celle antiche della Certosa di Pontignano e nell'Aula Magna dell'Università di Siena per dar luogo al «Secondo convegno nazionale di chimica fisica ambientale». Ne hanno approfittato, i chimici fisici, per invitare eminenti colleghi biologi, ecologi ed economisti ad un «workshop sulla chimica fisica ecologica» e per lanciare loro il «messaggio dell'entropia». Che, come dicevamo, appare oscuro, strano, epico. Oscuro, per via del gergo. Mica per altro. Ma col gergo termodinamico è tutto sommato facile familiarizzare. Dopo di che il messaggio diventa chiaro (sempre che, beninteso, risulti chiaro il suo latore). Così quando un chimico fisico afferma che la Terra è un sistema chiuso, vuole intendere che il nostro pianeta scambia solo energia ma non materia con l'universo che lo circonda. E difatti un flusso di energia arriva continuo, abbondante, gratis dal Sole sotto forma di radiazione elettromagnetica ad alta frequenza. Cioè luce visibile e ultravioletta. Mentre un flusso altrettanto continuo ed abbondante lascia la Terra per disperdersi nello spazio. Sotto forma di luce riflessa e radiazione a bassa frequenza (infrarossa). In realtà tra Terra e spazio viene scambiata anche un po' di materia. Il vento solare e le meteoriti ce ne portano di nuova dal cosmo. Mentre lassù, intorno ai 1000 chilometri di altezza, negli strati più alti della ionosfera, leggerissime

molte «terrestri» vincono la debole forza di gravità e sfuggono negli spazi interplanetari. Ma si tratta, nel complesso, di poca cosa. Gli scambi di materia tra la Terra e l'universo sono trascurabili. La Terra, in buona approssimazione, può essere considerata davvero un sistema chiuso.

Un messaggio strano, quello dell'entropia. Controcorrente. Per via della freccia del tempo. Quella termodinamica punta dritta in un unico verso. Il disordine, l'energia degradata, l'omogeneità termica (l'entropia nel gergo del chimico fisico) dell'universo tendono ad aumentare, irreversibilmente. Può succedere che un vaso cada dal tavolo e si frantumi in mille cocci. Non accade mai che i mille cocci risalgano sul tavolo per ridisegnare il vaso. A voi il destino del vaso apparirà normale. Invece è strano. Almeno per i fisici. Perché tutte le altre leggi elementari della fisica sono simmetriche rispetto al tempo. La cui direzione può essere invertita senza che quelle leggi perdano di validità. Il fluire irreversibile del tempo che ogni giorno sperimentiamo è reale o è un'illusione? Ha ragione la termodinamica, come sostiene Ilya Prigogine, o hanno ragione le altre leggi? La questione è aperta. Di certo c'è, come rileva il fisico Stephen Hawking, che la freccia termodinamica cultura ed orienta nel suo stesso verso la freccia psicologica del tempo. Per l'uomo, infatti, il passato non ritorna. E nel futuro sembra esserci, inevitabile, la morte termica. La degradazione della materia. La degenerazione dell'energia. La tragedia dell'entropia.

La termodinamica ci catapultava nello sconforto cosmico. Ma non doveva essere un messaggio epico il suo? Certo che lo è. Perché c'è spazio e tempo per le vicende dell'«epos» prima che abbia definitivamente ragione l'omogeneità termica. E tanto più ce ne sono su questa nostra Terra, un sistema chiuso dove il messaggio dell'entropia è, in fondo, la neghentropia hanno modo di incontrarsi, scontrarsi, fondersi in un crogiolo raro e forse unico. Quello della biosfera. L'ecologia è la storia di questa lotta. La trasformazione continua di energia e materia. Come aveva ragione Sadi Carnot. Nel gioco delle trasformazioni dell'energia e la qualità quella che perde. Posso trasformare il 100% del mio capitale di ener-

gine elettrica in calore. Ma non potrò mai trasformare tutto intero il mio capitale di calore in energia elettrica. Il calore è la forma più degradata di energia. La meno disponibile a compiere lavoro. E il calore aumenta. Mentre ogni volta che accendi una sigaretta, l'energia utile del mondo diminuisce» come ha scritto Jeremy Rifkin nel suo fortunato libro «Entropia». Questo messaggio, contenuto tutto nel secondo principio della termodinamica, impone dei limiti nel lungo periodo allo sviluppo della vita sul nostro pianeta. Ma soprattutto impone dei limiti nel breve periodo allo sviluppo economico della società dell'uomo. Un limite energetico. Per-

ché prima o poi le fonti non rinnovabili di energia chimica (metano, petrolio, carbone) o anche nucleare (uranio) saranno esaurite. Mentre le fonti rinnovabili (sole, vento) praticamente illimitate in quantità, sono limitate nei tempi e nei modi in cui è possibile utilizzarle. Ma c'è anche un limite materiale. Messo bene in evidenza dall'economista Nicholas Georgescu-Roegen, che addirittura ha proposto un quarto principio della termodinamica. La Terra, sistema chiuso, è soggetta all'entropia della materia, alla degradazione delle sue risorse materiali. E poiché il riciclaggio totale, ha ricordato a Siena Kozo Mayumi, del Dipartimento di matematica e

fisica applicate dell'università di Kyoto, non è possibile (richiederebbe una spesa entropica infinita) il risultato delle attività umane e l'accumulo crescente di scorie e rifiuti. Depletion e pollution, quindi. Esaurimento delle risorse ed aumento dell'inquinamento: tanto impone la legge dell'entropia.

Ma ecco, infine, l'«epos». Perché, nota Giorgio Ruffolo, studioso di «economia ecologica» oltre che Ministro dell'Ambiente: «su questo scontro tragico, la teoria prigioniana apre un varco». Il varco del sistema lontano dall'equilibrio, messo a fuoco appunto da Ilya Prigogine. Un varco attraverso il quale sguscia dentro, in quel sistema chiuso che è la Terra, la neghentropia, l'entropia negativa, per lanciare la grande sfida alla morte chimica e termica. Dal disordine si crea l'ordine. Nel caso nascono e si (auto)organizzano sistemi complessi, autentici nuclei di resistenza al destino entropico. Un improbabile pasto gratis viene servito a spese del Sole. Immersi in un flusso di energia, gradito dono della nostra stella, molti sistemi del pianeta Terra, dal clima al ciclo delle acque, si rifiutano di dirigersi linearmente verso l'equilibrio chimico e termico, e riescono a conservare la loro struttura organizzata e instabile in quello che i chimici fisici chiamano «uno stato stazionario dinamico». Non solo. Una «fluttuazione gigante», un processo grandioso e altamente improbabile riesce a imporsi e ad allontanarsi sempre più dall'equilibrio. Tra entropia e neghentropia, nasce la vita. Grazie, soprattutto, ad un motore poco efficiente ma estremamente sofisticato, la fotosintesi, la complessità e la diversità delle forme viventi si fanno strada nella folta montante della semplicità e dell'omogeneità e pervadono la superficie terrestre. In questa lotta titanica tra equilibrio e instabilità si inserisce infine l'uomo. Presume, senza accorgersi che rischia l'effetto opposto, di poter piegare ai suoi desideri le forze dell'entropia e di fletterle quelle della neghentropia. Di poter soddisfare in ogni caso la tumultuosa crescita dei suoi consumi. Persino i fattori dello sviluppo sostenibile ritengono che l'economia debba aumentare di 5 o 6 volte per poter soddisfare il «giusto» diritto ad una vita dignitosa per ciascuno degli abitanti del pianeta. Ma l'uomo, assicura Herman Daly, tra i padri fondatori della «ecologia economica», utilizza ormai un quarto dell'energia trasformata dalla fotosintesi. E' già al limite del valore soglia. Appena oltre ci sono le colonne d'ercole della termodinamica. Il limite «fisico» è la crescita. C'è un unico essere vivente che ha coesistenza d'entropia e neghentropia. Ma, pare, che non ne abbia compreso il messaggio.

Disegno di Mitra Divahai

A Siena una scuola per studiare lo «sviluppo sostenibile»

SIENA. Si chiama *International Foundation for Ecological Economics*. Avrà sede in una splendida villa, con parco, del 700. Quella di Basiglio, messa a disposizione dall'Amministrazione provinciale di Siena. Inizierà la sua attività nel 1991. Ad inaugurarla, in occasione del «Secondo convegno nazionale di chimica fisica ambientale», sono venuti Giorgio Ruffolo, Ministro per l'Ambiente, e Ilya Prigogine, Premio Nobel per la Chimica. Di cosa si tratta? Ce lo spiega il suo Presidente, Enzo Tiezzi.

«Oh, è presto detto. E' una fondazione, ovviamente senza fini di lucro, che ha lo scopo di mettere insieme biologi, chimici fisici, ecologi ed economisti per portare avanti progetti di ricerca interdisciplinari nel campo dell'ecologia economica. Gli studi avranno carattere sia teorico che applicativo. Oltre a seminari e convegni, la Fondazione organizzerà corsi di dottorato a livello italiano ed europeo. Questa che presiede è uno dei due centri che la Società mondiale di *Ecological Economics* ha deciso di aprire in Europa. L'altro è a Stoccolma. Il Comitato scientifico è composto da 15 eminenti studiosi stranieri (tra cui due Premi Nobel, Prigogine e Vassili Leontief, Herman Daly della Banca Mondiale, Edgar Morin) e da 15 italiani. La Fondazione è finanziata Dal Ministero per l'Ambiente, dalla Cee e dalla Banca Mondiale. Avrà ospiti fisici, ricercatori e docenti. Tra cui molti dai Paesi del Terzo Mondo. Progetti specifici per uno sviluppo sostenibile? Te ne segnaliamo tre, tutti applicati al sistema Italia. Quello sui rifiuti, portato avanti da ricercatori delle università di Mi-

lano e di Bari. Quello sull'energia da biomasse e sui sistemi integrati in agricoltura, su cui stiamo già lavorando qui all'università di Siena. Il terzo progetto sta a cuore alla Banca Mondiale ed in particolare ad Herman Daly. E' quello di utilizzare la Toscana meridionale (le province di Siena, Arezzo e Grosseto) come territorio modello per lo sviluppo sostenibile. Questa zona è particolarmente adatta per una simile sperimentazione, assicura Robert Costanza, presidente della Società Mondiale di *ecological economics*. Perché è ubicata nel cuore di un Paese avanzato, con strutture sufficientemente raffinate per portare avanti il programma di ricerca. Ma è anche una zona rimasta sostanzialmente estranea al modello di sviluppo insostenibile tipico dei Paesi industrializzati. P. G. R.

Droga: un test superveloce

Una tessera sottile, poco più lunga di un pacchetto di sigarette, potrebbe stare benissimo in tasca o nella borsetta. Il nuovo test per verificare l'uso di sostanze stupefacenti sembra pensato apposta per le mamme ansiose di controllare le pipì del proprio figliolo per sapere, entro due-tre minuti, se si fa uso di droga oppure no. Ma l'Abuscreen Ontrak, messo a punto dalla Roche, una delle maggiori industrie farmaceutiche, non sarà venduto in farmacia. Verrà invece distribuito nelle strutture sanitarie pubbliche, e anche nel pronto soccorso, nelle Usl, nei servizi per i tossicodipendenti. Ed è difficile dire se sarà meglio così. Gli operatori dei servizi tossicologici avranno comunque un nuovo collaboratore: nel test che sembra ritagliato apposta per soddisfare le richieste dell'ultima e discussa legge antidroga. Facciamo un esempio. Una delle condizioni fissate dalla legge stabilisce che il consumatore trovato in possesso di una dose minima non può subire alcun provvedimento giudiziario. «Ma come si stabilisce se si tratta di un consumatore o di uno spacciatore che mente?», durante la conferenza stampa tenuta dalla Roche a Roma, Emilio Sternieri, del servizio di Tossicologia del Policlinico di Mo-

di vuole almeno una settimana. Difficoltà ben presenti alle nostre autorità sanitarie, eppure il brevetto è stato approvato dall'altra parte dell'Oceano, dalla Food and Drug Administration, l'ente statunitense per l'Alimentazione. Perfino la quantità minima di sostanza per la quale si stabilisce la negatività del test, o viceversa, è stata fissata dalla Nida (National Institute drug abuse center).

DANIELA SESSA

Le scatole di Ontrak che vedremo presto nelle Usl delle nostre città conterranno tre boccette sigilate dalle prime lettere dell'alfabeto, la tessera e una spazzolina. Il flacone A conterrà anticorpi monoclonali di topo reagenti alla morfina. Nella boccetta B si troverà invece una sostanza temporanea per bloccare i liquidi, una compressa, sulla lastrina. La C raccoglierà l'urina associato alla droga da testare. Le gocce delle tre soluzioni, e dell'urina, vengono mescolate. A questo punto se si verifica l'agglutinamento (la droga con la lastrina reagisce con l'anticorpo presente) il risultato è negativo, in caso contrario il liquido si dirige sul segno «più». Il procedimento è detto, infatti, «inibizione dell'agglutinamento al lattice» e funziona in pratica come i test per le gravidanze.

SIENA. Per i trapianti di midollo osseo apre una nuova frontiera: una proteina presente nel plasma sanguigno, la transferrina, potrebbe risolvere il problema dell'attecchimento dei trapianti di midollo osseo. Lo hanno scoperto il professor Walter Pierpaoli dell'Istituto di ricerche biochimiche di Bellinzona e il professor Paolo Neri dell'università di Siena e Walter Pierpaoli, ricercatore in un laboratorio di Bellinzona, che ieri hanno illustrato alla stampa i risultati dei loro esperimenti. Si tratta di una scoperta che potrebbe avere effetti fino a ieri impensabili per molte malattie incurabili a partire dall'Aids.

«Il nostro lavoro dura ormai da dodici anni - ha esordito il professor Neri, ordinario di chimica biologica nella facoltà di medicina e direttore del dipartimento di biologia molecolare - ed è partito dalla volontà di dare una spiegazione biologica al rigetto dei trapianti. Pensavamo che l'attecchimento del midollo potesse dipendere dalla presenza di fattori intrinseci del sangue, capaci di determinare l'adattamento del midollo del donatore al nuovo ambiente trapiantato. Ma all'inizio niente ci lasciava presagire che fosse la transferrina a poter giocare un ruolo così importante». Invece, il gruppo del professor Neri, avvalendosi di parti-

colari tecniche per la determinazione della struttura delle proteine e dal confronto con banche dati relative a tutte le proteine oggi note e potuto risalire a questo fattore. Da alcuni mesi la somministrazione di questa proteina in topi trapiantati con midollo di donatori normalmente non compatibili, ha permesso l'attecchimento del trapianto senza pericoli di rigetto. E successivi esperimenti, realizzati con la proteina pura hanno confermato le ipotesi iniziali. I dettagli dell'esperimento non sono in corso di pubblicazione sulla rivista internazionale «Cellular Immunology».

Naturalmente occorrerà del tempo prima di avere la certezza di identici risultati anche sull'uomo, ma fin da ora è possibile parlare di una scoperta che ha del miracoloso. «Abbiamo appena visto la punta di un

due ricercatori hanno spiegato in un'affollata conferenza stampa le straordinarie possibilità applicative della sostanza, per ora sperimentata solo su topi, che sembra dare nuove speranze ai malati di Aids e leucemia. In particolare potrebbe eliminare la necessità di donatori consanguinei.

DAL NOSTRO CORRESPONDENTE SIMONE MARRUCCI

Iceberg - spiegano i ricercatori senesi - L'effetto sull'attività di base delle molecole che compie la transferrina, lascia intravedere campi di applicazione molto vasti, soprattutto per l'Aids. Per questa malattia, quando ha raggiunto lo stadio di non ritorno, non ci sono altre possibilità che il trapianto del midollo spinale. Insomma, si aprono nuove prospettive anche per la leucemia e tutte le malattie genetiche come la talassemia, caratterizzate da immunodeficienza. Inoltre la transferrina può rendersi utile nei trapianti di altri organi. Più difficile è pensare ad un midollo trapiantato che sappia riconoscere cellule cancerogene ed espellerle. E' stato compiuto un grosso passo avanti - ha continuato il dottor Pierpaoli - nella conoscenza delle nostre reazioni ad antigeni esterni. Per compierlo, siamo partiti da tesi «eretiche» ma del tutto ovvie. Intanto per rafforzare le barriere immunologiche non bisogna certo impiantare un midollo di una familiare, ma uno compattamente diverso. Finora la scelta di trapianti tra consanguinei era obbligata e si rendeva necessario l'utilizzo di farmaci per aumentare le difese, ma senza molti successi. Si può dire che nemmeno la «chimera», quella creatura immaginaria, composta da pezzi di animali diversi, sia un sogno irrealizzabile. Dunque tutti i limiti delle attuali teorie sui trapianti sembrano definitivamente superati grazie ad una proteina molecolare che nel plasma si trova ad alta concentrazione. E' l'una molecola proteica necessaria per la proliferazione cellulare. Ne esistono di diversi tipi (è presente anche nel latte

e nell'uovo) e può essere ottenuta facilmente dal frazionamento industriale del sangue. E stimando in un milione di litri di plasma la capacità di frazionamento degli impianti italiani, la transferrina teoricamente ottenibile è di 2000 chilogrammi all'anno, una quantità più che sufficiente per un prevedibile impiego clinico. A questo punto non resta che accelerare i tempi. A Seattle, dove esiste il più grande centro specializzato sulle immunologie, stanno già iniziando la sperimentazione sui cani; a Mosca hanno già cominciato la sperimentazione perché nell'Urss c'è un grande interesse, soprattutto in vista di un'utilizzazione della transferrina sugli abitanti colpiti dalle radiazioni della centrale atomica di Chernobyl. «Ma quello che ci occorre - ha affermato il professor Neri, che tra l'altro, quale direttore del consorzio Siena ricerche coordina lo studio sulle metodologie innovative per il frazionamento del plasma - è l'appoggio di una grande industria. E qui il riferimento alla Scivo appare scontato: il gruppo farmaceutico senese, tra l'altro, è stato recentemente acquistato dal gruppo Marucchi, il leader in Italia nel frazionamento del sangue».