

TERRA FLUIDA E DINTORNI

Direttore

Adriano MAZZARELLA

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse
Università degli Studi di Napoli Federico II

Comitato scientifico

Andrea GIULIACCI

Centro Epon Meteo

Angelo RUBINO

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica
Università Ca' Foscari di Venezia

Nicola SCAFETTA

Duke University, Durham, North Carolina, United States

TERRA FLUIDA E DINTORNI

La fisica della Terra fluida è quella parte della fisica terrestre che studia l'atmosfera, l'oceano e le loro interazioni, che avvengono attraverso scambi di massa e di energia. Il sistema atmosfera–oceano è un sistema interattivo molto complesso: le sue dinamiche evolutive e la variabilità che da esse derivano sono ancora in larga parte inesplorate. Per lo studio della fisica della Terra fluida si sviluppano teorie, modelli matematici e sperimentali e si compiono misure. Un numero sempre maggiore di persone vive in zone esposte a fenomeni estremi (per esempio bombe d'acqua, alluvioni, siccità, ondate di calore, mareggiate, tsunami ecc.): la capacità di fronteggiare questi rischi dipende molto dallo sviluppo delle conoscenze dei fenomeni dell'atmosfera e dell'oceano. La collana intende offrire ad un pubblico attento, anche se non necessariamente specialistico, gli strumenti necessari per comprendere lo stato dell'arte della ricerca scientifica che riguarda il sistema atmosfera–oceano e le dinamiche, soprattutto quelle di rilevanza climatica, ad esso legate.

Giordano Cevolani

Meteoriti

Messaggeri di vita

Prefazione di
Piero Bianucci





Aracne editrice

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

Copyright © MMXVII
Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

www.giacchinoonoratieditore.it
info@giacchinoonoratieditore.it

via Vittorio Veneto, 20
00020 Canterano (RM)
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-0596-2

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: agosto 2017

La materia vivente, pur non eludendo le “leggi della fisica” come stabilito fino ad oggi, probabilmente implica “altre leggi della fisica” fino ad oggi sconosciute, che però, una volta che siano state svelate, costituiranno parte integrante della scienza come le precedenti.

Erwin SCHRÖDINGER

Indice

- 13 *Prefazione*
di Piero Bianucci
- 19 *Premessa*
- 25 *Capitolo I*
Le domande di sempre
- 31 *Capitolo II*
La biosfera e l'unità delle forme viventi
- 41 *Capitolo III*
Dall'intuizione di Giordano Bruno all'ipotesi Gaia
- 47 *Capitolo IV*
Le stelle e le nubi interstellari
- 53 *Capitolo V*
Le condriti carbonacee
- 61 *Capitolo VI*
Le meteoriti carbonacee italiane
6.1. Renazzo, 62 – 6.1.1. *La documentazione storica dell'evento*, 67 – 6.2. Vigarano, 70 – 6.2.1. *L'evento della caduta*, 71.
- 81 *Capitolo VII*
I mattoni della vita nelle condriti carbonacee del gruppo Renazzo (CR)
7.1. Grani presolari, 89.

93 Capitolo VIII
 Murchison

97 Capitolo IX
 Comete e pandemie

9.1. La cattiva reputazione delle comete, 99 – 9.2. Meteore e virus, 102 –
9.3. Condriti carbonacee e virus, 105 – 9.4. L'Antartide, un laboratorio
naturale di microrganismi sconosciuti, 107.

113 Capitolo X
 Molecole “mancine” nelle meteoriti

119 Capitolo XI
 Biot, dalle meteoriti all'origine della vita

11.1. Biot e le meteoriti, 120 – 11.2. Padre della polarimetria, 123 – 11.3. L'e-
redità di Biot , 126.

131 Capitolo XII
 Vitamine spaziali nelle condriti carbonacee

139 Capitolo XIII
 Aminoacidi “spaziali”

143 Capitolo XIV
 La vita aiutata da fullereni spaziali?

149 Capitolo XV
 Miniere di fullereni in Russia

157 Capitolo XVI
 Modelli “terrestri” e “non terrestri” a confronto

16.1. Modelli “terrestri”, 158 – 16.2. Modelli non terrestri, 160.

173 Capitolo XVII
 Vita e morte dallo spazio

17.1. Impatti–eruzioni vulcaniche: un cocktail micidiale alla base delle
estinzioni, 177 – 17.2. Le più grandi estinzioni di massa, 178 – 17.3. La

- “madre” delle estinzioni di massa, 180 – 17.4. L’ipotesi alternativa/complementare del vulcanismo nell’estinzione del Permiano, 183 – 17.5. I fullereni, “marcatori” dei grandi impatti, 187.
- 193 **Capitolo XVIII**
Antartide
- 18.1. Antartide: una miniera inesauribile di materiale cosmico, 194 –
18.2. La prima meteorite, 196.
- 201 **Capitolo XIX**
Meteoriti lunari e falsi aminoacidi
- 207 **Capitolo XX**
Le meteoriti marziane in Antartide
- 213 **Capitolo XXI**
Vita da Marte
- 221 **Capitolo XXII**
Un “mare” di forme di vita in Antartide
- 22.1. Il lago Vostok e gli altri laghi subglaciali in Antartide, 223.
- 233 **Capitolo XXIII**
La Fisica Quantistica può spiegare l’origine della vita?
- 23.1. L’entanglement, la “fantasmatica azione a distanza”, 237 – 23.2. Intreccio fisica quantistica–biologia, 240 – 23.3. Cosa possiamo concludere, 248.
- 253 **Capitolo XXIV**
Cosa dobbiamo aspettarci per il futuro

Prefazione

di PIERO BIANUCCI*

L'enigma delle molecole mancine

La Terra come un'astronave che corre a 30 chilometri al secondo intorno al Sole. È una metafora classica della divulgazione scientifica. Funziona, colpisce la fantasia del lettore e è abbastanza vera. Ma non del tutto. Il paragone Terra–astronave suggerisce che il nostro pianeta sia un sistema chiuso, privo di qualsiasi scambio con l'esterno. In realtà non è esattamente così.

C'è qualcosa che esce. Nell'alta atmosfera le molecole di gas urtandosi tra loro possono superare la velocità di fuga della Terra (11,2 chilometri al secondo) e disperdersi nello spazio. Anche l'uomo, da poco più di mezzo secolo, ha trovato il modo di superare quella soglia critica. Qualche tonnellata di ferraglia ha lasciato il nostro pianeta per sempre e sta viaggiando nello spazio: per esempio le due navicelle spaziali "Pioneer", lanciate all'inizio degli anni '70 del secolo scorso, e le due "Voyager", che da quarant'anni stanno allontanandosi da noi.

C'è anche qualcosa che entra. Nell'astronave Terra si riversa una cascata di energia solare — diecimila volte di più di quella che consumiamo — e ogni anno piovono più di centomila tonnellate di meteoriti, in gran parte polveri finissime e in parte minore sassolini, pietre, massi. Anche io ho qualcosa che dall'esterno è arrivato sull'astronave Terra e infine, pagando il giusto, sulla mia scrivania. È una meteorite di ferro proveniente dal Campo del Cielo, Argentina. Pesa tre chilogrammi. Ogni volta che alzo lo sguardo dal computer penso che quel ferro ha visto da vicino il collasso di una stella.

Questo libro si occupa di "cose" che dallo spazio vengono a trovarci sulla Terra: polveri cosmiche, meteoriti microscopiche e meteoriti più o meno massicce. Ce ne parla Giordano Cevolani, già direttore

* Scrittore, giornalista scientifico, editorialista a « La Stampa » e curatore del mensile « BBC Scienze ».

dell'Area di ricerca del CNR di Bologna, tra i maggiori esperti italiani in questo settore dell'astronomia. Ma ce ne parla da un punto di vista speciale. La domanda è: può la vita essere arrivata sulla Terra con polveri e sassi spaziali? O almeno: questi visitatori cosmici che sul nostro pianeta si depositano ora dolcemente (le polveri) ora violentemente (le meteoriti) possono aver contribuito alla comparsa della vita?

Il problema è che come sia nata la vita non lo sappiamo. Sappiamo che oggi il processo che porta la materia inanimata a organizzarsi in strutture capaci di nutrirsi e riprodursi (definizione minimalista della vita) sulla Terra non avviene più. Sappiamo tuttavia che abitano la Terra più di due milioni di specie viventi in costante evoluzione, da batteri relativamente semplici a creature complesse come *Homo sapiens*. E sappiamo — cosa straordinaria e sorprendente — che tutti questi organismi tramandano il proprio “progetto di costruzione” scrivendolo sulla stessa molecola: il Dna, acido desossiribonucleico. È la dimostrazione che nella notte dei tempi c'è un unico antenato, ora chiamato familiarmente LUCA, che non è il nome di uno degli evangelisti ma la sigla di *Last Universal Common Ancestor*, ultimo antenato comune universale, vissuto intorno a 3,8 miliardi di anni fa, quando la Terra esisteva soltanto da 700 milioni di anni. Qui però sbattiamo contro il muro della nostra ignoranza. Il problema si è solo spostato: LUCA fu il prodotto di fortunate e irripetibili circostanze terrestri o un “visitatore” del tutto o in parte venuto dagli spazi cosmici?

Biochimici visionari come Stanley Miller, Harold Urey (premiato con il Nobel) e Nalin Chandra Wikramasinghe hanno provato a riprodurre la comparsa della vita in laboratorio fornendo energia a un cocktail di elementi e composti verosimilmente disponibile sulla Terra primordiale. L'esito è stato parziale ma interessante. Dal reattore di laboratorio non sono uscite cellule ma alcuni loro mattoni fondamentali: cioè alcuni dei 20 amminoacidi con cui sono costruite le proteine, le quali a loro volta costituiscono gli organismi viventi.

La cosa interessante — riferisce Cevolani — è che, al netto di contaminazioni sempre in agguato, amminoacidi sono stati trovati anche in alcune meteoriti. Ciò significa due cose, una certa e una possibile. Quella certa è che molecole discretamente complesse possono formarsi in regioni remote dell'universo (sono un centinaio le molecole riconosciute in nebulose interstellari) e arrivare integre fino a noi. Quella possibile è che il materiale cosmico può aver contribuito al-

l'ambiente pre-biologico terrestre, o addirittura aver importato la vita sotto forma di "prodotto finito", come sostengono i profeti della panspermia, tra i quali si arruolò pure Francis Crick, uno degli scopritori della doppia elica del Dna.

C'è poi un particolare curioso e cruciale su cui Cevolani attira l'attenzione, e è la chiralità delle molecole della vita. In natura alcune molecole hanno esattamente la stessa composizione e struttura ma non sono identiche: l'una è il riflesso speculare dell'altra. Come le nostre mani (keir, donde chiralità, in greco significa mano): la destra e la sinistra sono uguali, eppure non sono sovrapponibili, e è forse per questo che in molti personaggi della politica e dell'economia « la destra non sa ciò fa la sinistra ». Battute a parte, le proprietà biochimiche di una molecola possono risultare molto diverse a seconda della loro chiralità, cioè a seconda che siano levogire o destrogire rispetto alla polarizzazione della luce. Per esempio abbiamo molecole che con una data chiralità sentiamo come dolci e con chiralità opposta risultano insapori. La chiralità influenza il modo della molecola di interagire con la luce agendo sulla polarizzazione, o la temperatura di fusione della sostanza e così via.

Il fatto meraviglioso è che le molecole della vita, dagli amminoacidi al Dna, sono nella quasi totalità dei casi levogire. Molecole levogire si trovano anche sparse nello spazio. Il che non vuole dire che l'universo sia di sinistra. . . ce ne sono altrettante destrogire. Certo scoprire nel cosmo amminoacidi levogiri come quelli del nostro organismo fa un certo effetto.

È avvenuto nel 2016. Una molecola chirale è stata per la prima volta individuata con certezza nello spazio captandone il segnale radio: si tratta di molecole di ossido di propilene e il loro segnale è stato captato puntando un radiotelescopio verso il centro della nostra galassia, la Via Lattea. L'ossido di propilene è stato osservato nella regione di formazione stellare Sagittarius B2. L'annuncio è comparso sul numero di « Science » del 17 giugno con prima firma di Brett McGuire, ricercatore del National Radio Astronomy Observatory e del California Institute of Technology.

Rimane tuttavia la domanda fondamentale. Di un dato composto chimico nei reattori di laboratorio si formano in uguale quantità molecole destrogire e levogire. Nell'universo succederà la stessa cosa o in particolari condizioni un tipo può prevalere sull'altro?

Joan Dreiling e Timothy Gay sono due fisici della University of Nebraska–Lincoln negli Stati Uniti. Nel settembre del 2014 hanno pubblicato sulla rivista « Physical Review Letters » un articolo in cui riferiscono i risultati di un loro esperimento concepito per capire meglio come mai la vita abbia scelto di essere mancina, preferendo le molecole levogire. Per la prima volta in un laboratorio è stato riprodotto il meccanismo con cui un fenomeno che si manifesta regolarmente in natura, l'emissione di radiazioni beta (flussi di elettroni), potrebbe interagire in modo selettivo con una delle due immagini speculari di una stessa molecola, facendola prevalere sull'altra. Se questo processo di selezione fosse avvenuto nel "brodo primordiale", circa quattro miliardi di anni fa, si spiegherebbe tutto. Avendo a disposizione soltanto (o prevalentemente) molecole levogire, la vita non avrebbe avuto scelta: per forza doveva nascere ed evolversi utilizzando esclusivamente una delle due forme speculari possibili. Sorgenti cosmiche di ogni tipo di radiazione — particellare ed elettromagnetica — non mancano. L'enigma dell'asimmetria della vita sarebbe dunque spiegato. O quanto meno spiegabile.

Altre ipotesi scendono a un livello più profondo. Le forze fondamentali della natura che agiscono nel mondo attuale sono quattro: la gravità, l'interazione elettromagnetica, l'interazione debole e l'interazione forte. Gravità, interazione forte e interazione elettromagnetica si manifestano con fenomeni simmetrici (i pianeti hanno uguali probabilità di orbitare intorno a una stella in senso orario o in senso antiorario, e non ci sarebbe modo di distinguere in un film del sistema solare se la pellicola sia proiettata normalmente o all'indietro nel tempo). Fa eccezione l'interazione debole, la forza che presiede ai fenomeni radioattivi. In questo caso, in particolari fenomeni di decadimento, la natura mostra una lievissima preferenza per la sinistra. C'è chi pensa che questa sottile incrinatura della simmetria a livello subatomico nel caso della vita abbia potuto manifestarsi a livello molecolare.

Al momento non se ne sa di più. La questione rimane tra le più inquietanti che la scienza abbia sollevato. Ne fu molto colpito lo scrittore e chimico Primo Levi, che il 7 settembre 1984 pubblicò sulla rivista « Prometeo » un articolo intitolato dal titolo *L'asimmetria e la vita*. Il tema lo appassionava fin da quando era studente. La sua tesi di laurea in chimica pura, seguita alla Regia Università di Torino dal

professor Giacomo Ponzio e discussa nel 1941, intitolata *L'inversione di Walden*, riguardava la spiegazione di un fenomeno di simmetria scoperto casualmente da Paul Walden nel 1893 lavorando sull'asparagina e sull'acido malico, composto che notoriamente ha caratteristiche molto diverse passando dalla forma destrogiro alla levogiro. Nei processi di fermentazione il fenomeno era già stato notato da Louis Pasteur, che, ricorda Primo Levi, « non era un medico ma un chimico ».

Nel saggio scritto per « Prometeo », Levi spiega con la sua straordinaria nitidezza di pensiero e di linguaggio che in natura cancellare l'asimmetria è una strada che « energeticamente va all'in giù. Fuori dell'organismo vivo, l'asimmetria è fragile: basta un riscaldamento prolungato, o il contatto con determinate sostanze ad azione catalitica, per distruggerla ».

In altre parole, dal punto di vista chimico, la vita è intrinsecamente improbabile. E conclude, riprendendo una notizia che nel 1984 era freschissima:

Sono otticamente attivi gli amminoacidi che pare siano stati trovati nei meteoriti? Qualcuno ha provato a condurre sotto un campo magnetico la sintesi di una molecola asimmetrica che contenga ferro? A me la notizia della chiralità dell'universo, o solo della nostra galassia, è apparsa sconvolgente, insieme drammatica ed enigmatica: ha un senso? E se sì, quale? Quanto lontano porta? Non è un gioco di dadi, quello stesso che Einstein rifiutava di attribuire a Dio?

Quando Primo Levi scriveva, non si conosceva neppure un pianeta di altre stelle, mentre era già chiaro che nel sistema solare vita evoluta esiste solo sulla Terra. Il primo esopianeta fu scoperto otto anni dopo la scomparsa di Primo Levi. Oggi gli esopianeti noti sono quasi cinquemila. Il paesaggio mentale si è enormemente allargato. Era provinciale la nostra idea di sistema planetario e di pianeta. Ciò dovrebbe insegnarci a non essere provinciali in chimica e nella nostra idea di vita. L'astrobiologia, o bioastronomia, sono scienze nascenti, ancora immature. Il libro di Cevolani segna bene il punto di partenza per andare alla scoperta dell'ignoto.

Torino, 2 aprile 2017