

Can the history of the ether receive new boost from geosciences?

Giancarlo Scalera – INGV, Roma – giancarlo.scalera@ingv.it

Abstract: This article is written in honor of my mentor Franco Selleri who has helped to consolidate my awareness of the existence of a medium subtended to ordinary matter, and from which everything comes. From my field, the Earth Sciences, come clues converging on an important role of the ether in the geological evolution of Earth and planets, as well as all the structures of the universe. Paleogeographic reconstructions allow a rough quantitative evaluation of the amount of new ordinary matter that is added to the planet in the unity of time, and the consequent statement of some cosmological consequences and on the inner energy balance of the Earth. The concept of central flow of ether defended here is different from the Lorentian stationary ether, but the two concepts could be made compatible.

Keywords: Ether flow, Expanding Earth, Cosmology, Earth's inner energy.

1. Introduzione

Il mio mentore Franco Selleri era un eccezionale promotore culturale per il quale ogni idea e teoria, anche non da lui condivisibile, era considerata per le sue potenzialità complessive meritevoli di essere sviluppate, o per solo alcuni aspetti parziali capaci di suscitare interesse o di poter essere mattoncini per altre costruzioni. «Leggerai il mio lavoro? Ne terrai conto?» gli chiedevano; «Se solo una idea buona è contenuta nel testo, di quella terrò conto» rispondeva.

Nel mio caso, neolaureato più portato ad un approccio naturalistico che fisico-matematico alla scienza, aveva apprezzato il mio saper superare quello che i teorici sviluppavano, producendo semplici modelli basati su oggetti dell'esperienza (Garuccio *et al.* 1977; Scalera 1983). Qualcosa di simile era accaduto ai tempi del pendolo di Foucault, effetto meccanico che rivelava la rotazione terrestre, ma mai previsto dai grandi teorici dell'epoca, che ne formalizzarono la teoria solo a posteriori. In seguito, dopo avermi indirizzato verso le Scienze della Terra, verso le quali ero più portato, continuai a visitare lo studio di Franco durante i miei frequenti ritorni in Puglia. A metà anni '80 lavoravo su un Macintosh 512 alla traduzione del libro del geologo australiano Samuel Warren Carey, *Terra in Espansione*, e il problema del come i pianeti crescessero era divenuto per me rilevante – le galassie a spirale contribuivano alle riflessioni. Un aumento di massa non poteva essere escluso e diverse erano le possibili origini del fenomeno: creazione moltiplicativa di Dirac, assorbimento di etere, o di particelle esotiche, ecc. Con un FORTRAN raccattato per il Mac sviluppai semplici codici grafici in cui in

un campo centrale che aumentava venivano lanciate masse di prova che spiralizzavano verso l'origine del campo. L'inviluppo di tutte le curve di rotazione (della componente delle velocità delle masse di prova in direzione dell'osservatore all'infinito) ricordava le curve piatte di rotazione delle galassie e la cosa era per me significativa. Anche Franco rimase colpito da quella semplice simulazione: qualcosa di materiale poteva ben riempire lo spazio. E mentre lui intraprese la strada di una migliore definizione dello spazio-tempo in termini lorentziani, io lentamente sono pervenuto a sentire la necessità di un etere fluente che si muove e agisce in tale spazio nutrendo i corpi celesti.

Ricordo infine un'esortazione, più volte rivoltami da Franco, a non entusiasarmi mai troppo nelle mie ricerche, ma tener sempre presente che i cassetti della storia della scienza son pieni di idee dimenticate, errate, obsolete. Di questa spada di Damocle ho sempre sentito la presenza.

2. La posta in gioco dell'Universo infinito in evoluzione senza *big-bang*

Un gran numero di ricercatori ha eseguito, a partire da metà Ottocento quelli che possono definirsi "esperimenti cartografici a raggio variabile", in cui la paleogeografia della Terra è ricostruita su globi di raggio minore del moderno fino a eliminare del tutto gli oceani ad un raggio circa metà dell'attuale. All'ING, poi INGV, mi sono cimentato per lungo tempo su queste ricostruzioni abbinandole a dati diversi (Scalera 2015).

Tentare di capire in quale cosmo meglio può inquadrarsi la concezione della espansione della Terra e dei corpi celesti significa fare delle scelte: prima delle quali individuare la più probabile causa dell'espansione, che nel caso del nostro pianeta ha circa decuplicato il suo volume dal Triassico in poi. Un incremento tanto vistoso testimonia subito contro possibili cambiamenti di fase mineralogica da reticoli cristallini compatti a reticoli aperti. Anche se alcuni lo hanno proposto, un mantello silicatico derivante per cambio di fase da un nucleo liquido metallico è davvero poco probabile.

Va allora considerata una causa cosmologica come la creazione moltiplicativa di Dirac o un flusso di etere diretto verso il centro dei corpi che ne determini – con la sua trasformazione in materia ordinaria – l'aumento di massa. Fra le due ho preferito la seconda in quanto di più alto potere esplicativo, con la possibilità in alcune versioni di formulare leggi analoghe alle newtoniane sulla gravità, ma non nasconderò le difficoltà.

L'etere fluente verso i corpi celesti è un concetto non estraneo a Newton che già ne ipotizzava la trasformazione in materia ordinaria nelle profondità terrestri, salvo una trasformazione inversa di materia, espulsa come vapori dalla Terra, in etere nello spazio esterno: un ciclo chiuso. Quest'idea affascinò anche Giovanni Bernoulli (1667-1748) che pensava ad un "torrente centrale" di etere – diretto verso il centro terrestre – che spiegava con l'idrodinamica tutte le leggi derivate da Newton per la sua "attrazione". Eulero (1707-1783) nel suo *De causa gravitatis* (pubblicato anonimo) ricavava le leggi di Newton dal gradiente di un campo di pressione. Degna di nota in questa storia è stata la formulazione del "paradosso di D'Alembert" in fluidodinamica, dove un oggetto in moto rettilineo uniforme in un fluido perfetto non subisce forze che lo rallentino e procede così per sempre, mentre se varia la sua velocità o se il fluido accelera solo allora si

manifestano su di esso forze inerziali. Come se il fluido ideale conferisse massa e inerzia e applicasse forze al corpo. Così un fluido perfetto che accelerasse verso la Terra con legge inverso-quadratica della distanza genererebbe un vero e proprio campo di gravità. Questa concezione di etere idrodinamico si trova nella consapevolezza espressa da Ernst Mach (1838-1916) – nelle stesse pagine del suo trattato (1883) che tanto influenzarono Einstein – che il paradosso di D’Alembert andasse indagato meglio per le conseguenze che poteva avere nella deduzione dei principi della dinamica (Scalera 2012). Ricordiamo che a fine Ottocento era diffuso il concetto di etere dal cui flusso e aggregazione sarebbero nati e cresciuti i corpi celesti (un esempio: Lord Kelvin nel 1901). Einstein fu invece categorico nell’abborire proprio questo tipo di etere mentre era possibilista per altri tipi più compatibili con le sue diverse teorie della relatività e del campo unificato (Kostro 2001).

Dalle Scienze della Terra con semplici ipotesi si può sostanziare l’etere usando successive ricostruzioni globali a raggio variabile, valutando con la paleogeografia – a partire dall’aumento di raggio terrestre da un’epoca geologica ad una delle successive – la massa nella calotta sferica aggiunta. Rinunciando a modellare analoghi aumenti per il nucleo interno ed esterno per i quali ogni ipotesi sarebbe arbitraria, si può calcolare il tasso di trasformazione della materia costitutiva in ordinaria come energia trasferita nell’unità di tempo (all’anno o al secondo, mediando dal Triassico ad oggi, 250 Ma) e la densità alla superficie terrestre dell’etere che lo produce (assumendo un etere gassoso):

$$E_{xy} = \frac{M_0 c^2}{250 M_a} = 2,15 \times 10^{33} \text{ J/y} \qquad \epsilon_{m^2} = 1,19 \times 10^7 \text{ J/m}^2$$

con M_0 = massa calotta aggiunta; c = velocità della luce. Per quello che si è detto sulla arbitrarietà di ogni valutazione per l’aumento di raggio delle principali superfici di separazione sferiche come il confine nucleo-mantello, le stime di cui sopra dovrebbero essere considerate tutte per difetto. La sottostima potrebbe essere ancora più marcata perché non è nota l’efficienza della conversione etere-materia, nel senso che non tutto l’etere potrebbe convertirsi, e non potremmo escludere che una quantità non attualmente valutabile si trasformi in altri prodotti non sperimentabili.

La densità della materia costitutiva ϵ_m dovrebbe intendersi solo come una “costante locale” dipendendo sia dal tempo che dal luogo. Dal tempo, perché la materia costitutiva travasa in quella ordinaria e tende quindi ad esaurirsi su lunghissimi tempi cosmici; dal luogo, perché l’etere deve addensarsi per convertirsi in materia ordinaria. Esistono diverse concezioni possibili di etere e del suo concentrarsi; di seguito elenchiamo i tipi principali e le caratteristiche che richiedono una scelta ponderata:

	Etere stazionario Lorentziano	Etere fluente perfetto incompressibile	Etere fluente gassoso compressibile
Accelerazione verso l’attrattore (pozzo)	0	$\propto 1/R^5$	$\propto 1/R^2$
Velocità verso l’attrattore (pozzo)	0	$\propto 1/R^2$	$\propto 1/R^{1/2}$

Non sono elencati l'etere di Le Sage (1724-1803) – gassoso non fluente – e quello di Eulero, e si è già scelto quelli che siano sostanza o energia e non puro spazio vuoto. La scelta tra i tre eteri “fluidi” non è facile perché ognuno di essi ha i suoi pro e contro. Con considerazioni non esaustive:

1. l'etere di Lorentz può costituire un riferimento assoluto legato al fondo cosmico di microonde, generare inerzia e massa, ma non la gravità né tantomeno l'espansione dei corpi celesti. Le contrazioni e dilatazioni dello spazio e del tempo emergerebbero fisicamente;
2. l'etere fluido perfetto incompressibile può generare massa ed inerzia con il meccanismo del paradosso di D'Alembert, ma dando luogo solo ad una gravità assai difforme rispetto a quella newtoniana (la g sarebbe legata a $1/R^5$). In alternativa genera una gravitazione dalle giuste proprietà con le ben note leggi fluidodinamiche della attrazione “newtoniana” tra coppie di sorgenti o di scarichi 3D, ma gli scarichi idrodinamici non accumulano massa come fanno i pianeti;
3. l'etere gassoso potrebbe dare luogo ad una gravità coerente con la newtoniana e produrre espansione degli oggetti cosmici, ma a causa della sua densità variabile durante il convergere verso il corpo celeste non potrebbe generare (con il paradosso di D'Alembert) massa ed inerzia costanti in ogni luogo per un dato oggetto. In alternativa potrebbe essere esplorata la congettura di Eulero sul ruolo che in questo tipo di etere ha il suo campo di pressione che diminuisce avvicinandosi al corpo.

Sembra che non si possa avere le spiegazioni di massa, inerzia, gravitazione, equivalenza, tutte contemporaneamente. Questa è una complicazione analoga e in parte coincidente con quella su cui cozzò Newton, il quale aveva bisogno di troppi eteri che non poteva sottoporre a esperimento, e che lo indusse a rinunciare a tutti. A noi basta, a questo punto, solo ammettere che le scienze della Terra richiedono un etere materiale che si converta in materia ordinaria durante il suo convergere nell'interno del pianeta.

Non conoscendo oggi le leggi fisiche sulle condizioni (pressione, densità, temperatura, ecc.) a cui la sua conversione si manifesterebbe, ci aspettiamo solo che l'etere tenda ad accumularsi ed aumentare di densità maggiormente nella zona dell'interno terrestre del nucleo, dove partendo dal confine nucleo-mantello la accelerazione di gravità scende quasi linearmente a zero verso il geocentro. La conversione dovrebbe essere più probabile ed efficiente in questa zona di forte rallentamento del flusso di etere. Una diversa densità dell'etere al di sotto della superficie della crosta si manifesterebbe in anomalie del campo di gravità sia per g che per G . Queste anomalie sono state a lungo cercate il secolo scorso sotto il nome di “quinta forza” senza che si sia riusciti con certezza ad evidenziarle. La difficile modellazione delle stratificazioni geologiche crostali dipende dalla nostra conoscenza abbastanza precisa degli spessori e densità solo nelle locazioni di perforazioni, con l'aiuto “interpretativo” molto più impreciso delle tomografie sismiche sul resto dei volumi indagati.

Che nella realtà queste anomalie gravitazionali esistano possiamo accorgercene saltando di scala e osservando le galassie e le loro curve di rotazione inaspettatamente piatte (la velocità orbitale dovrebbe decrescere come l'inverso della radice quadrata del raggio). Quelle curve piatte possono essere il risultato di almeno due effetti: l'aumento di massa del nucleo galattico verso il quale converge la massa-energia dell'etere, con conseguente spiraleggiare dei bracci a spirale, interpretabili come percorsi stellari; ed anche il dipendere della "costante" gravitazionale di Newton G dalla densità dell'etere.

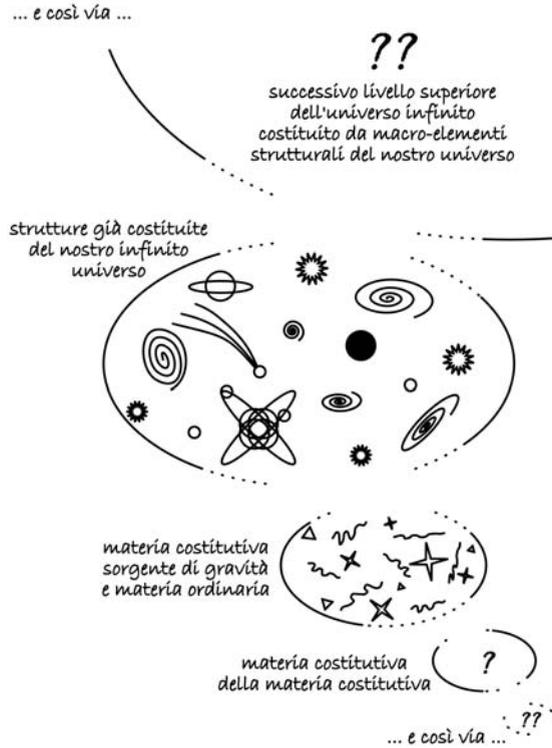


Fig. 1. Un universo evolutivo dedotto dalle Scienze della Terra. L'universo che noi oggi possiamo osservare direttamente o indirettamente, dalle strutture cosmiche a larga scala alla micro-fisica, è in corso di costituzione a spese di una materia costitutiva della quale noi possiamo accorgerci a causa della espansione dei corpi celesti. Questa materia impalpabile è in corso di formazione attingendo a una materia costitutiva di ordine inferiore, e così via. La nostra materia ordinaria e le sue strutture (micro e macro) sono materia costituente, un "etere", per un universo di ordine superiore di scale spaziale e temporale incommensurabilmente maggiori rispetto alle nostre. Tutti gli universi sono riforniti dalle strutture di ordine inferiore e tutti formano un *continuum* in mutua evoluzione. I confini tra un universo ed il successivo di ordine maggiore o minore non sono ben definiti. Per esempio i micro e macro confini del nostro universo sono solo dovuti alla nostra attuale abilità di costruire apparati ed esperimenti di osservazione, e sono in progressivo allargamento.

In questa concezione si può dimostrare che il tempo non è limitato verso il passato dalla singolarità del *big-bang*, né verso il futuro. La densità della materia costitutiva diminuisce, essa viene travasata in quella ordinaria in un tempo infinito, ma questo processo si perpetua anche nell'aggregarsi della materia ordinaria in strutture e macrostrutture (dalle particelle ai superammassi di galassie ed oltre) come se l'universo di oggetti da noi esperienziabile, dal micro al macro, costituisca un "etere" che costruirà con il suo fluire ed evolversi un universo di livello superiore che si evolverà su scale di tempo per noi non immaginabili e per il quale la scala spaziotemporale del nostro universo rimarrà non percepibile. Si dovrebbe immaginare che questo processo sia avvenuto per costituire l'attuale etere e che quindi si tratti di una evoluzione illimitata da scala di dimensione, da scala di tempo, da spazio e da tempo. La reintroduzione dell'etere conduce ad un'immagine evolutiva estrema dell'universo, molto concorrenziale rispetto a quella evolutiva del *big-bang*. In questa nuova immagine, senza avere bisogno dei concetti di materia ed energia oscura, di inflazione cosmica ed espansione accelerata dell'universo, è possibile spiegare in modo diverso molti fenomeni: *redshift*, paradosso di Olbers, contrazioni spazio-temporali, deflessione della luce. Una posta in gioco significativa.

3. La posta in gioco del bilancio energetico della Terra

Il problema del bilancio energetico della Terra è da tempo dibattuto (Fiorentini *et al.* 2007; Anderson 2009) senza che abbia avuto una definitiva soluzione. Possiamo oggi riesaminarlo dalla nuova prospettiva fornita da un flusso centrale di materia costitutiva.

All'inizio del 2017 sono stati pubblicati i risultati dei due esperimenti, Borexino e KamLAND, allestiti per misurare il calore radiogenico della Terra (Agostini *et al.* 2017; Shimizu 2017). A fronte di un valore totale del flusso di calore terrestre di 45-47 TW (Terawatt = 10^{12} Watt) i tre principali modelli di previsione del calore prodotto dal decadimento degli elementi radioattivi forniscono:

Approccio cosmochimico	La composizione della Terra è basata sulle condriti enstatitiche, che mostrano una più stretta similarità isotopica con il mantello e un contenuto in ferro sufficientemente alto da spiegare il nucleo metallico terrestre	11±02 TW
Approccio geochimico	Per le abbondanze relative degli elementi refrattari litofili si adotta una composizione condritica, ponendo poi limiti per le abbondanze assolute da campioni terrestri	20±04 TW
Approccio geodinamico	Basata sull'energetica della convezione del mantello e sul flusso di calore osservato in superficie	33±04 TW

Per raggiungere i 45-47 TW del flusso di calore superficiale bisogna aggiungere al radiogenico il calore primordiale creatosi alla formazione del pianeta che si è lentamente dissipato fino a raggiungere il moderno residuo che si stima essere tra i 5 TW e i 15 TW. Ovvio che l'approccio geodinamico, per la sua ipotesi dell'esistenza di moti con-

vettivi nel mantello, stimerebbe una dissipazione più veloce del calore primordiale preferendo per esso i valori odierni bassi sotto la media di ≈ 10 TW. Se fosse verificato dagli esperimenti il modello geodinamico (33 TW), aggiungendo conservativamente 10 TW di primordiale, saremmo al di sotto ma molto vicini al totale misurato in superficie.

Ai tre valori di flusso di calore radiogenico predetti dai modelli rispondono gli esperimenti KamLAND e Borexino con i risultati rispettivamente di 8-16 TW (*best value*) e di 18-28 TW (*best value*). Con questi valori, la somma di radiogenico (media KamLAND-Borexino ≈ 18 TW; media Borexino ≈ 24 TW; massimo Borexino ≈ 28 TW) più primordiale (media ≈ 10 TW) risulta più lontana dal flusso di calore di superficie. Importanti geofisici (Anderson 2009) invocano la possibilità di conteggiare i valori più alti consentiti dalle deviazioni standard, ma il problema non è da sottovalutare.

Il calore mancante potrebbe essere fornito da almeno due processi esotermici: una ipotizzata fissione nucleare in un reattore generato dalla migrazione per gravità degli elementi radioattivi nella regione prossima al centro terrestre (Herndon 1993). Produrrebbe non più di 5-7 TW, ma sarebbe da alcuni confutato sulla base di diversi argomenti, anche geochimici (Degueldre & Fiorina 2016). Seconda possibilità è che una trasformazione di materia costitutiva in ordinaria sia attiva nel nucleo terrestre, un processo inverso alla già detta fissione: una “fusione” esotermica che faccia salire il grado di aggregazione dei costituenti dell’etere fino alle particelle ed atomi ordinari.

Questo flusso di etere è un processo del quale oggi non possiamo che avere vaghe idee, ma che visto insieme ad altre problematiche relative al nucleo terrestre (conduttività termica, flussi di calore, mantenimento moti convettivi, ecc.; sintesi in Sumner 2015) assume importanza come campo di indagine.

4. La posta in gioco della ricomparsa dell’antimateria nell’Universo

In fisica esistono due grandi partiti. Il primo pensa d’aver raggiunto il grado definitivo della conoscenza microscopica nelle particelle elementari non ulteriormente divisibili (particelle puntiformi). È un partito dai legami con l’idealismo filosofico, che ricorda anche l’idealismo politico con la sua accettazione dello *status quo* e conseguente rinuncia ad andare oltre e adoperarsi per il miglioramento delle situazioni.

Il secondo partito si ispira a tutto ciò che è accaduto nel corso della storia della scienza e crede che ogni struttura dovrebbe essere costituita da strutture ancora più piccole in una sorta di regressione infinita. Per i suoi seguaci, i razionalisti, le particelle sono simili a punti indivisibili solo a causa della nostra temporanea ignoranza di cosa le costituisce. In questo schema aperto al progresso futuro può essere anche inquadrata l’idea generale di etere e dei suoi infiniti livelli, sempre più microscopici.

La nucleosintesi e l’origine degli elementi chimici sono stati spiegati da pochi decenni nello scenario dell’universo in espansione. Dapprima con la fusione di barioni e leptoni, e successivamente con una zuppa di quark primordiale, sempre ambientate nelle temperature e pressioni elevate delle fasi iniziali del *big-bang* e dell’interno delle stelle. Si assume in questi studi che la materia, nelle prime fasi dell’universo, sia già costituita solo da particelle e non da antiparticelle. Ma per ragioni di simmetria, l’esplo-

sione iniziale, la singolarità primitiva, avrebbe prodotto materia e antimateria in egual misura. Il primo partito di cui si è detto sopra è di conseguenza obbligato a ipotizzare una generazione di un surplus di materia nei primi momenti dell'espansione. Dopo la rapida annichilazione della materia con l'antimateria, questo surplus avrebbe raggiunto il nostro tempo aggregandosi secondo i meccanismi della successiva nucleosintesi.

Per Andrei Sakharov (1991) ci sono tre condizioni che devono essere soddisfatte affinché si verifichi un eccesso di bariogenesi:

1. violazione del numero barionico secondo leggi della fisica da rivelare;
2. violazione della simmetria C e CP. Il processo ipotetico che cambia il numero barionico deve agire favorendo la produzione di barioni sulla produzione di antibarioni;
3. essere lontani dall'equilibrio termodinamico. Se tutti i livelli sono popolati secondo una distribuzione di Boltzmann, poiché CPT garantisce che ogni livello con un numero di barioni positivo abbia un livello corrispondente con un numero barionico negativo, il numero barionico totale è nullo.

Le trasformazioni in un senso sarebbero equiprobabili alle trasformazioni inverse all'equilibrio, ma se con il non-equilibrio termodinamico una freccia del tempo è presente, i processi diretti e inversi non sarebbero a bilancio zero. Esiste una vasta letteratura nella quale si cerca di trovare processi di violazione del numero barionico sufficientemente efficienti e non in contrasto con aspetti della cosmologia del *big-bang*, ma senza ancora venirne a capo.

Invece, tornare a pensare in termini di etere e regressione infinita apre scenari del tutto diversi. L'universo possiederebbe infiniti livelli sempre più microscopici ed in uno o più di questi materia ed antimateria, in strutture a noi ignote, potrebbero coesistere separate da campi di forze emergenti a quel livello. La materia che oggi osserviamo al nostro livello sarebbe quindi già un contenitore di ambedue, e le "antiparticelle" che riusciamo a produrre in laboratorio sarebbero anch'esse manifestazioni di materia. Il problema della scomparsa dell'antimateria nel nostro universo apparirebbe mal posto.

5. Conclusione

Ho esplicitato solo alcune delle poste in gioco derivanti da un ritorno al concetto di etere, poste che oggi il dominante approccio alla scienza tenta di nascondere.

Non è stato possibile ancora scegliere tra i vari tipi di etere, soprattutto perché mancano dati sperimentali. Gli esperimenti di Cahill e Consoli rivelano l'esistenza di un fondo d'etere, ma non le sue caratteristiche. Ritornando alle difficoltà di Newton a teorizzare diversi eteri, potrebbe ben essere che la loro molteplicità sia reale? Che esista lo spazio etere lorentziano nel quale fluisca un etere materia costitutiva? Un contenitore ed un contenuto? Questa e molte altre domande devono al momento rimanere aperte.

Immagino che anche Franco Selleri stesse sviluppando prime riflessioni su tutto ciò e anche su come si possa spiegare la gravitazione: ritengo non un caso che in uno degli

ultimi convegni in cui Franco era coinvolto, una relazione ad invito fu chiesta a Mayeul Arminjon che propone una teoria della gravità basata sulla congettura di Eulero (Arminjon 2004). Inoltre Franco aveva visitato in Australia Reg Cahill, relatore al congresso di Erice sulla espansione terrestre.

È sorprendente che l'etere, considerato spesso concetto ottocentesco, sia in grado di fornire un'immagine dell'universo in evoluzione su infiniti livelli rispetto al *big-bang*. E che oltre alle possibili implicazioni geofisiche sul bilancio energetico della Terra, la sua adozione insieme alla consapevolezza della regressione infinita, e dell'intrinseca inconoscibilità di tutta la profondità dell'*Apeiron* (in sostanza un atto di umiltà scientifico) possa ridare – tipico ossimoro – un piccolo ma importante ruolo conoscitivo alla nostra insuperabile ignoranza. È da essa che deriva ad esempio il superamento del grande fantasma mentale dell'inesistenza dell'antimateria, con il riconoscimento del nostro già essere simmetrici e costituiti da qualcosa che potrebbe annichilarsi in un nulla in un brevissimo attimo.

Bibliografia

- Anderson D.L. (2009). *Energetics of the Earth and the missing heat source mystery*. [online]. URL: <www.mantleplumes.org/Energetics.html> [data di accesso: 13/02/2019].
- Arminjon M. (2004). “Gravity as Archimedes' thrust and a bifurcation in that theory”. *Foundations of Physics*, 34 (11), pp. 1703-1724.
- Agostini M. et al. (2017). “Borexino: geo-neutrino measurement at Gran Sasso, Italy”. *Annals of geophysics*, 60 (1), S0114 (9 pp.).
- Cahill R.T. (2009). *Dynamical 3-Space. A review*, in Duffy M., Levy J. (eds.), *Ether space-time and cosmology. New insights into a key physical medium*. Montreal: Apeiron, pp. 135-200.
- Consoli M., Pluchino A., Rapisarda A., Tudisco S. (2014). “The vacuum as a form of turbulent fluid: Motivations, experiments, implications”. *Physica A. Statistical mechanics and its applications*, 394, pp. 61-73.
- Degueldre C., Fiorina C. (2016). “The proto-Earth geo-reactor. Reassessing the hypotheses”. *Solid Earth sciences*, 1 (2), pp. 49-63.
- Fiorentini G., Lissia M., Mantovani F. (2007). “Geo-neutrinos and Earth's interior”. *Physics reports*, 453, pp. 117-172.
- Garuccio A., Scalera G., Selleri, F. (1977). “On local causality and Quantum-mechanical state vector”. *Lettere al Nuovo cimento*, 18, pp. 26-28.
- Herndon, J.M. (1993). “Feasibility of a nuclear fission reactor at the center of the Earth as the energy source for the geomagnetic field”. *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, 45 (5), pp. 423-437.
- Kostro L. (2001). *Einstein e l'etere*. Bari: Dedalo.
- Mach E. (1883). *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Leipzig: Brockhaus.

- Sakharov A.D. (1991). "Violation of CP in variance, C asymmetry, and baryon asymmetry of the universe". *Soviet physics uspekhi*, 34 (5), pp. 392-393.
- Scalera G. (2015). "La cartografia a raggio variabile. Nascita e prospettive di una disciplina sperimentale". *Giornale di astronomia*, 41 (3), pp. 11-21.
- Scalera G. (2012). *If space is material, what inertia should be? Rediscovering a dismissed awareness of Ernst Mach*, in Scalera G., Boschi E., Cwojdzinski S. (eds.), *The Earth expansion evidence*. Roma: Aracne, pp. 239-242.
- Scalera G. (1983). "On a local hidden-variable model with unusual properties". *Lettere al Nuovo cimento*, 38, pp. 16-18.
- Shimizu I. (2017). "KamLAND: geo-neutrino measurement in Japan". *Annals of Geophysics*, 60 (1), S0113 (4 pp.).
- Sumner T. (2015). "Mystery at the center of the Earth. New research attempts to unravel the paradoxical past of the planet's magnetic field". *Science news*, 188 (6), pp. 18-21.