

# Astronomia culturale in Italia

Lavori presentati a Convegni Nazionali  
della Società Italiana di Archeoastronomia

A cura di  
Elio Antonello

Società Italiana di Archeoastronomia  
2011

## Indice

Presentazione ..... iii

### **V Convegno Nazionale della SIA (Milano, 23-24 settembre 2005)**

Una proposta per la discussione del concetto di tempo ..... 3

*Elio Antonello*

On the relationship between archaeoastronomy and “exact” sciences ..... 15

*Giulio Magli*

La cronometria egizia: il tempo del cocodrillo ..... 23

*Nedim R. Vlora*

Un quadrato per cielo. Riflessioni sulla natura celeste del quadrato e sulle sue applicazioni nell’India antica ..... 33

*Annamaria Dallaporta, Lucio Marcato*

L’astronomia nell’Irlanda antica e medioevale ..... 43

*Adriano Gaspani*

Orientamenti astronomici di alcune cattedrali della Terra di Bari..... 59

*Nedim R. Vlora, Raffaele Falagario*

Palaeoclimate and archaeoclimate. The natural causes ..... 63

*Giovanni P. Gregori*

On the reversal of the rotational momentum of Earth: a derivation and analysis of the Herodotus equation..... 89

*Emilio Spedicato*

### **VI Convegno Nazionale della SIA (Campobasso, 22-23 settembre 2006)**

Ricerche preliminari di archeoastronomia sui templi dell’area sannitico-molisana .. 99

*Mario Pagano, Franco Ruggieri*

Contenuti geometrici, numerici, metrici e astronomici del tempio nuragico a pozzo “Su Tempiesu” di Orune ..... 105

*Marcello Ranieri*

Orientamenti astronomici delle cattedrali della Provincia di Bari.....	117
<i>Nedim R. Vlora, Raffaele Falagario</i>	
Allineamenti e direttrici sulla superficie terrestre in età medievale .....	129
<i>Nedim R. Vlora</i>	
La ‘Preta ru Mulacchio’ sul ‘Monte della Stella’ .....	141
<i>Domenico Ienna</i>	
Riferimenti a corpi celesti di frammenti scultorei dal sito di Kampil (Uttar Pradesh, India) .....	151
<i>Annamaria Dallaporta, Lucio Marcato</i>	
Il ciclo dell'anno a Inis Mòr – Arainn. Credenze e tradizioni del calendario presso la comunità delle isole Arann (Irlanda) .....	163
<i>Adriano Gaspani</i>	
L'osservatorio in pietra di Bric Pianarella (Savona) .....	177
<i>Mario Codebò, Henry De Santis, Gianluca Pesce</i>	
Ricerche di paleoastronomia nel sito archeologico di Lagorara in Val di Vara, La Spezia (3600 a.c. – 2000 a.c.) .....	187
<i>Enrico Calzolari</i>	
 <b>Supplementi ai Convegni</b>	
La determinazione dell'asse del mondo con il lituo presso gli Etruschi .....	199
<i>Carlo Frison</i>	
Calakmul (Mexico): geometria, struttura e orientamenti astronomici del sito con nuovi dati .....	211
<i>Silvia Motta, Adriano Gaspani</i>	
La concezione dell'interno della Terra. “Miti” antichi e di oggi .....	223
<i>Giovanni P. Gregori</i>	

# La concezione dell'interno della Terra. “Miti” antichi e di oggi

Giovanni P. Gregori

*Istituto di Acustica O. M. Corbino (CNR) via Fosso del Cavaliere 100  
00133 Roma, giovanni.gregori@idac.rm.cnr.it*

**Sommario.** Molte fra le odierne interpretazioni dei fenomeni che si presume avvengano nelle profondità della Terra sono in grande misura derivate da un qualche “mito” che sopravvive sin dagli albori della conoscenza umana. Una attenta riconsiderazione critica delle radici prime della nostra eredità culturale ci può consentire di distinguere fra ciò che è oggettivamente suffragato dalle osservazioni, e quanto andrebbe invece riconsiderato, migliorato, o se necessario rigettato, applicando quando e dove possibile il rasoio di Ockham. Ciò riguarda molte fra le idee correnti accreditate e che riguardano l'interno della Terra, i processi geodinamici, ed i meccanismi che presiedono al vulcanismo, e più in generale l'intero dominio delle scienze della Terra, che in effetti è una piccola parte del sistema fisico che compone con il Sole. Né il problema è meramente accademico, come ricordano le catastrofi naturali. Diversi tali schemi interpretativi possono venire considerati come sospetti di possibili fraintendimenti o deviazioni dalle mere evidenze strettamente osservative. Lo studio della storia della nascita e sviluppo delle concezioni scientifiche nel corso dei millenni è sicuramente di grandissimo aiuto proprio per il progresso della scienza odierna.

## **Premessa**

Il testo originale della presentazione fatta al convegno *S.I.A.* del 2004, poi non pubblicato, è successivamente apparso in versione ridotta ed in inglese come Gregori (2006), e poi ancora ristampato con autorizzazione (Gregori, 2009) per esplicita richiesta dell'*editor* della rivista *New Concepts on Global Tectonics*. Il testo che segue è nella prima parte quello originale. Al contrario, la seconda parte - anziché riportare la descrizione della “tettonica a fango caldo” (*warm mud tectonics, WMT*) che viene qui descritta in una nota dell'autore che appare su questo medesimo volume - contiene un elenco delle diverse ipotesi geodinamiche ed anche quello di diversi “miti” (o “paradigmi” per usare un inglesismo) che tuttora condizionano negativamente l'odierna scienza della Terra. La motivazione dettagliata della critica fatta alla scienza oggi “generalmente condivisa” è fornita in una lunga trattazione dell'autore (Gregori, 2012) che non è possibile riassumere in questa sede.

## **1. Sul valore euristico della storia delle idee. Le relazioni fra l'archeo-astronomia e le scienze della Terra**

L'alfa e l'omega, la prima e l'ultima domanda che l'uomo si pone, che forse più ne contraddistinguono l'esistenza rispetto ad una vita meramente vegetativa, concernono la nascita e la morte, ovvero il senso, il valore, il contenuto dello spirito rispetto alla caducità del corpo, concernono il contenuto della creatività artistica e scientifica, che Popper ha accomunato con l'unico aggettivo di “mistiche”. La nascita appare dunque come espressione di speranza, di futuro, di attesa di gioia, di libero godimento della natura, come una rondine od un'aquila che quasi sembra avvicinarsi al cielo od al Sole. Gli astri appaiono come un cronometro perfetto che scandisce, e dà una misura quantitativa, per il concetto “primario” (secondo Giuseppe Peano) di tempo “psicologico” (secondo Severi, 1955), un concetto fondamentale nella gnoseologia. In questo sta il fascino, in

stretta chiave esistenziale, dell'astronomia sin dalla prima preistoria, fino alla ricerca quasi maniacale di una scienza astrologica, quale fine ultimo "sociale", ragione stessa del vivere nella società sumera (Pettinato, 1998). Dopo un complesso travaglio intellettuale durato millenni, il concetto di tempo si è infine estrinsecato nei problemi della relatività, dello spaziotempo pseudoeuclideo con la coordinata temporale espressa da un numero immaginario. Lo spaziotempo quadridimensionale va considerato come un aspetto assiomatico acquisito della conoscenza che, in quanto tale, non ha giustificazione logica se non nella sua efficacia nel descrivere la natura osservata, ed in quanto tale è senza dubbio uno dei risultati più importanti della conoscenza umana. Il problema della possibile inversione dell'asse temporale è tema tuttora molto dibattuto, che richiederebbe ben altra discussione, qui non pertinente (cfr. per es. Gregori, 2005, 2006a, e 2010, e la letteratura ivi citata). Al contrario la morte appare come espressione della decomposizione e putrefazione, che ritrasforma tutto in polvere. Dunque forse lo "spirito" del defunto trasmigra in qualche andito segreto del sottosuolo, dove il corpo viene inumato per annichilirsi, e da dove vediamo sgorgare acqua, fango, lava, ... un sottosuolo percorso da caverne apparentemente senza fine, inesplorabili. È nato così il mito di Caronte, che sembra risalire alle società preclassiche del Sahara (Arnàiz Villena and Alonso Garcia, 1998), e che ha portato, nelle società dell'antico Egitto e degli Etruschi (probabilmente derivati da migrazioni dal Sahara, *ibid.*), ad una preoccupazione quasi maniacale per la vita dell'oltretomba, apparentemente forse anche più che non per la vita presente - una degenerazione mentale che, per certi aspetti ed in un contesto molto diverso, si trova forse anche nelle civiltà precolombiane con il loro culto del sacrificio umano. Il mito di Caronte si è poi proiettato nel concetto di Terra cava fino a tutto il *secolo XIX* ed oltre (cfr. § 2.1).

Il concetto di Terra solida appare dunque simmetrico, o gemello, al concetto di astronomia, e lo sviluppo delle rispettive conoscenze si è articolato congiuntamente, tanto da risultare spesso difficile distinguere i due processi conoscitivi. L'uomo cerca la semplicità, in ragione dei limiti della sua mente. Ovvero considera una teoria "bella" se è "semplice" (Einstein, Dirac, etc.), ed in ogni caso è meglio una teoria "bella" anche se in contrasto con qualche evidenza osservazionale, piuttosto che una teoria "brutta" che cerchi comunque di adattarsi alle osservazioni (Dirac, 1963). L'uomo è pigro e cerca una "Grande Madre" (Neumann, 1949), o in termini più popolari una "coperta di Linus", ovvero cerca la "scienza di opinione", nella quale possa trovare il conforto ai propri dubbi ed incertezze, proprio come il bimbo cerca conforto nella maestra. L'uomo ama dunque spesso inconsciamente basarsi sul principio che, dato che tutti i più accreditati "esperti" sostengono un qualcosa, ogni persona colta dovrebbe sostenere lo stesso. In tal modo il dubbio originale viene sciolto, fa sentire una persona proprio "brava", come uno scolarotto diligente. Ad una attenta analisi non superficiale, si vede che questo atteggiamento è diffuso nella scienza odierna, e svolge un ruolo tanto più importante quanto più grandi sono le difficoltà di studio.

### *La concezione dell'interno della Terra*

In particolare le scienze della Terra *non* sono scienza di laboratorio, ed hanno una rilevante similarità con la medicina. Infatti in laboratorio è possibile, e si deve (secondo Galileo), separare i diversi effetti, il che ha consentito lo sviluppo indipendente delle scienze fisiche, chimiche e biologiche. Nella medicina e nelle scienze della Terra invece tutti gli effetti vanno considerati come simultaneamente presenti, né è possibile separarli. Inoltre la medicina ha il vantaggio di avere a disposizione un numero potenzialmente grandissimo di individui da studiare, ognuno con una vita limitata nel tempo. Al contrario la Terra è un “paziente” unico che ha una vita di miliardi di anni e di cui è dunque difficile studiare nascita, invecchiamento, e morte. Inoltre il sistema è tale che le modificazioni volute attive, ovvero apportate dall'uomo, sono ben più limitate per il geofisico che non nel caso della farmacologia o dell'ingegneria medica per intervenire sul corpo umano, etc. Queste considerazioni, apparentemente ovvie, sono invece fondamentali per valutare correttamente il senso dello studio della storia dei concetti. Chi scrive è un fisico teorico di formazione, che studia scienze della Terra da quasi mezzo secolo, ed ha maturato la ferma convinzione che la maggior parte delle attuali conoscenze sulla Terra, e che generalmente sono ritenute “consolidate”, sono in gran parte solo frutto di scienza di opinione, mentre è molto difficile applicare un oggettivo senso critico che evidenzi ciò che è realmente supportato dalle osservazioni, rispetto a ciò che è frutto di un “comodo” assecondamento di idee preconcepite e dominanti, con radici molto lontane e spesso subconscie. Per questo motivo lo studio della storia delle idee e dei concetti ha una valenza ben al di là di un semplice esercizio di curiosità per dotti che sentono il fascino della scoperta delle proprie radici. È piuttosto uno strumento molto efficace, forse *il più* efficace, per cercare di comprendere ciò che nelle nostre conoscenze è determinato da costrittive evidenze osservative, rispetto a ciò che è ancora il solo ed osservazionalmente immotivato frutto della prolifica immaginazione umana.

Il presente lavoro non è pertanto da intendersi dal punto di vista dello storico (l'autore non è tale), quanto dal punto di vista di chi studia le scienze della Terra e vuole capire, per una mera curiosità personale, quanto è credibile di ciò che gli è stato insegnato, e quanto si trova invece “generalmente accettato” nella letteratura, e va rivisto alla luce delle effettive osservazioni disponibili. Le osservazioni hanno subito nel corso del tempo, ed in particolare negli ultimi decenni, una evoluzione, come qualità e quantità, tale da rendere ingiustificato il basare la scienza odierna su convinzioni “poetiche” o su tradizioni maturate in un ben più limitato contesto osservazionale. Il presente studio concluderà dunque con il gettare ombre inquietanti su molte odierne convinzioni, e proporrà spiegazioni alternative più “semplici” o più “belle”. Non ci sarà peraltro alcuna presunzione di saper proporre la reale “verità” ultima. Le scienze della natura non conoscono verità assolute. L'uomo conosce quanto può osservare. Diverse interpretazioni possono ben essere valide, in diversi ambiti di basi osservative. La scienza è innanzitutto umiltà francescana di fronte a Madre Natura. Ogni teoria o spiegazione va considerata da

questo punto di vista. Solo chi si basa sulla scienza di opinione ha la puerile presunzione di essere nella certezza del “vero”.

Da questo stesso punto di vista, sovente si trova oggi un atteggiamento che considera ridicola la scienza che ha preceduto Galileo. È ridicola piuttosto tanta certezza, da parte di chi si basa solo sull’opinione altrui (un vizio che avevano ripetutamente già lamentato Nicolas d’Autrecourt, o Leonardo, o Galileo). La scienza aristotelica ci ha lasciato in eredità tanti concetti e metodi, certamente non tutti corretti, ma pur sempre frutto di un profondo travaglio mentale. Ogni pensatore del passato, che ha saputo lasciare un segno, ha certamente lottato contro la scienza di opinione del suo tempo, ed in quanto tale è ben più rispettabile di tanti odierni “saggi”. La conoscenza è frutto di grandi sforzi e dibattiti. Molte delle idee che oggi sono accettate come “certe” saranno sicuramente rigettate in un futuro non lontano.

L’autore, con cognizione di causa, ha maturato la convinzione che uno dei fattori principali, se non addirittura il più importante, per il controllo dell’ambiente e del clima va fatto risalire ad un virus che ha invaso la Terra, e che soprattutto durante le ultime decine di migliaia di anni ha prodotto effetti devastanti, in termini di biodiversità, o di erosione meteorica, etc. Tale virus è l’umanità (e tutto ciò ha ben poco a che vedere con il recentissimo inquinamento post industriale). In un precedente contributo (Gregori *et al.*, 2000; Gregori and Gregori, 2003, 2004) l’autore ha enfatizzato, e senza tema di esagerare, che così come la fisica delle particelle elementari viene studiata con i grandi acceleratori, il ruolo del virus umanità si studia sperimentalmente con le osservazioni fornite dall’archeoastronomia. Questa importante disciplina non può peraltro venire autolesivamente ridotta a misure geodetiche e calcoli trigonometrici volti a studiare l’orientamento astronomico di un manufatto. Questi sono strumenti di misura indispensabili, ma l’archeoastronomia va considerata come studio dell’evoluzione culturale del rapporto uomo/ambiente. Considerato lo stretto legame delle conoscenze astronomiche con quelle relative all’interno della Terra, il presente studio cerca di fornire all’archeoastronomo una base per la storia delle idee relativamente alla concezione dell’interno della Terra, che possano eventualmente aiutarlo nella ricerca delle chiavi culturali archeoastronomiche. Il presente studio non seguirà dunque uno stretto ordine diacronico. Adotterà piuttosto una suddivisione tematica, dove le diverse idee e concezioni si inseguono e si sovrappongono dialetticamente, in un contesto che ancora si ritrova *in nuce* ed anche vivo più che mai in diverse controversie odierne. Si eviterà di scendere in alcuni dettagli, come ad es. sull’ipotesi fantasiosa di una anti-Terra (secondo Filolao di Taranto, vissuto a Tebe attorno al 400 AC, che ipotizzò un corpo posto fra la Terra ed il fuoco centrale per poter spiegare le eclissi lunari), e si darà per scontata l’ormai abusata discussione sulla concezione di Terra piana o sferica, etc. Si vogliono piuttosto sottolineare due aspetti metodologici di fondo, la cui discussione, relativamente alla gnoseologia della fisica teorica, sarà oggetto di trattazione in altra sede (Gregori, 2005, 2006a, 2010).

### *La concezione dell'interno della Terra*

Un primo problema concerne il *sistema di riferimento assoluto*. Originariamente era il classico principio geocentrico, adottato da Tolomeo, ed espresso per alcuni secoli in forma molto incisiva, per la comunità scientifica del tempo, ne *La Divina Commedia*, dove Dante sintetizzò il meglio delle conoscenze scientifiche, filosofiche e teologiche del suo tempo. In tal modo, Dante riuscì a dare una localizzazione geografica, fisica, specifica, ad *Inferno* e *Paradiso*, ed anche al *Purgatorio*, il cui concetto era ai suoi tempi una recentissima intuizione teologica. *La Divina Commedia* rappresentò per secoli una vera fonte di studio della scienza ufficiale, molto efficace anche in ragione degli irripetibili contenuti poetici. Per Dante l'Empireo era il vero riferimento assoluto, come Beatrice ben spiega a Dante in alcune eleganti e mirabili terzine nel *XXVII* canto del *Paradiso*, dove lei precisa che tutte le sfere celesti possono venire riferite all'Empireo, laddove questo non può venire riferito ad alcunché (si veda anche il *Convivio*). Per certi aspetti, Dante può ben venire assimilato ad uno fra i più importanti "divulgatori" nella comunità dei dotti, similmente (seppure con un ruolo diverso) a ciò che rappresenterà Athanasius Kircher (1602-1680) con il suo *Mundus Subterraneus* (Kircher, 1678) pubblicato ad Amsterdam in due voluminosi tomi, o Jules Verne (1828-1905), uno scienziato che ben conosceva le problematiche scientifiche del suo tempo, e che le tradusse anticipandone i prevedibili sviluppi. Anche il suo "errore" con il *Viaggio al centro della Terra* non era frutto della sua immaginazione, quanto delle convinzioni scientifiche del tempo. Questi personaggi sono degli "enciclopedisti" *ante litteram*. Diderot si rivolgeva al mondo dotto, Verne ad un pubblico meno presuntuoso. Aristotele aveva raccolto il sapere per conto di Alessandro Magno. Eratostene, Direttore della Biblioteca di Alessandria, uno dei maggiori dotti di tutta la storia, fu l'attivo depositario della scienza del suo tempo. Cosmas Indicopleustes, che si rifaceva ad Epicureo ed era un contemporaneo di Giustiniano I (regno 527-565 AC), fu un divulgatore enciclopedico dei suoi tempi, meno celebrato ma che certamente ha svolto un suo importante ruolo (nel 520-522 Cosmas fece un lungo viaggio nel Mar Rosso e nell'Oceano Indiano). Altre figure come S. Isidoro, Arcivescovo di Siviglia (~ 570-636) o Ristoro d'Arezzo (Gregori and Gregori, 1997), della fine del *XIII secolo*, potrebbero venire ricordate, e la lista potrebbe dilungarsi ulteriormente. Ognuno di loro dovette ovviamente basarsi sulla scienza generalmente ritenuta corretta nel loro tempo, e pur in tale ambito dovette necessariamente esercitare una funzione critica atta a sfolire le informazioni da un mucchio di fronzoli inconsistenti o di ridicole superstizioni che erano un fardello tutt'altro che trascurabile. È la medesima differenza che esiste fra lo storico ed il cronista. Non ha senso considerare se Aristotele, o Cosmas Indicopleustes, o Dante, o Kircher, o Diderot, o Verne, o chi altro, erano più o meno "bravi" scienziati. Prediamo atto del segno che hanno lasciato, nel bene e nel male, e consideriamo che la scienza odierna, il mondo scientifico odierno, il modo nostro di essere, di pensare, di argomentare, è figlio dei loro sforzi, della loro personalità e senso critico, della capacità di sintesi, del modo di sentire la libertà del pensiero, del loro sacrificio,

certamente non sempre adeguatamente riconosciuto dai contemporanei e spesso inopinatamente irriso perfino oggi.

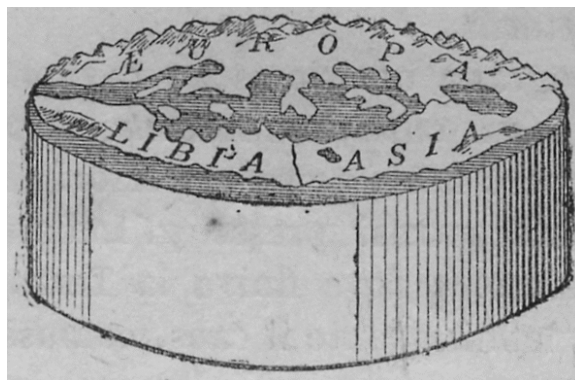
Il sistema di riferimento assoluto divenne eliocentrico con Copernico, Keplero, Galileo, etc. Con Herschel, che studiò la distribuzione delle stelle, divenne galattocentrico. Successivamente, con il progredire delle scoperte dell'astrofisica, il centro venne spostato all'origine del big bang. Il travaglio logico, che infine portò alla formulazione della teoria della relatività, portò Einstein al principio che, considerata l'impossibilità di riconoscere oggettivamente un sistema di riferimento assoluto, l'intera gnoseologia doveva prescindere dalla definizione stessa di tale sistema. Ma con la scoperta della radiazione cosmica di fondo nelle microonde (*Cosmic Microwave Radiation, CMiR*), il problema viene ora riproposto, poiché il *CMiR* potrebbe (forse) essere considerato come un riferimento assoluto (Weisskopf, 1983). In ogni caso il *CMiR* funge praticamente quasi come tale. Il problema peraltro è molto più sottile, e richiederebbe un'estesa discussione in chiave storico-epistemologica, che non è qui pertinente. Ma l'assunzione di impossibilità di riconoscere il sistema assoluta sembra portare ad un paradosso logico. Ma questo esula dallo scopo di questo lavoro (Gregori, 2005, 2006a, 2010).

Infine, nel valutare la gnoseologia del passato, non viene generalmente riconosciuto il valore intrinseco di una *dicotomia logica* di fondo che ha attraversato, e sta tuttora attraversando, il modo di concepire la conoscenza (Gregori 2005, 2006a). Infatti da un lato ci si può richiamare a quanto si può definire come una sorta di "*principio di inerzia*" (peraltro da non confondere con il classico principio usato da Galileo e Newton). Ovvero, ogni azione che si osserva in natura *deve* avere una causa, altrimenti tutto rimane nel proprio stato. L'altro aspetto ad esso contrapposto può venire chiamato "*principio delle virtù*", ovvero ogni cosa che esiste possiede di per sé delle proprietà o caratteristiche intrinseche, che le sono connaturate in quanto oggetto esistente, e che gli antichi pensatori talvolta chiamarono *virtutes*. È ben nota la grande disperata lotta che dovette sostenere Galileo per far valere il "principio d'inerzia" rispetto a quello dominante "delle virtù". Qualcuno oggi vorrebbe ridicolizzare il "principio delle virtù", ma si sbaglia. Keplero (e forse non solo lui) cercò disperatamente - da quel formidabile fenomenologo che aveva scoperto empiricamente le tre leggi che portano il suo nome - di spiegare le orbite dei pianeti con qualche *virtus* legata al magnetismo che, prima della scoperta nel 1820 di Ampère degli effetti magnetici di una corrente elettrica, appariva come uno dei più misteriosi ed "invisibili" aspetti della natura. Newton riuscì dove non era riuscito Keplero, ma dovette introdurre una nuova *virtus*, che chiamò "gravitazione". Newton sentiva certamente il disagio di dover proporre un qualcosa *ad hoc*, che ai suoi tempi non aveva alcun diretto od indiretto riscontro sperimentale in laboratorio. Oggi, in circostanze analoghe, la comunità scientifica sarebbe estremamente severa e totalmente distruttiva nei confronti di chiunque volesse tanto sfrontatamente uscire dall'ambito di ciò che è già noto (l'esempio recente del dibattito irrisolto sull'esistenza della cosiddetta *Quinta Forza* lo sta ben a dimostrare). In tempi recentissimi i teorici delle

## *La concezione dell'interno della Terra*

particelle elementari hanno introdotto i numeri quantici (come la “stranezza”, il “fascino”, il “colore”, il “numero barionico”, etc., lo “spin”, il “momento magnetico”, che vanno ad aggiungersi alla “massa” ed alla “carica elettrica”). Tali “numeri quantici” altro non sono che le antiche *virtutes* seppure con diversi appellativi. Metodologicamente non vi è dunque molta differenza fra la fisica teorica odierna più avanzata ed il *Timeo* di Platone, dove tutto (perfino l'umore degli uomini) viene fatto risalire a semplicissime forme geometriche elementari variamente combinate fra di loro. Platone chiamava triangoli etc. ciò che oggi si chiama “stranezza” etc. ma, a parte i nomi, il processo gnoseologico è identico. La differenza fra Platone e la fisica moderna è costituita non dai metodi logici, quanto dalle conoscenze sperimentali disponibili.

Il presente studio non sarà dunque una rassegna diacronica od aneddotica di informazioni (per una tabella di tal fatta si veda ad es. Gregori and Dong, 1996). Inoltre non vi è alcuna presunzione di esaurire la discussione di un argomento tanto complesso e con molteplici sfaccettature che coinvolgono l'intera storia del pensiero di non meno di alcuni millenni. Per molti aspetti la sintesi dello storico è sempre soggettiva, ed il criterio qui adottato non può essere indenne da questo limite. Si mostra qui come molte delle idee oggi molto dibattute affondino le loro radici molto addietro negli anni, e in realtà sono solo un imbarazzante frutto di opinioni pregresse. Il paragrafo 2 tratta dei concetti fondamentali relativi all'interno della Terra. Il paragrafo 3 elenca i più noti modelli proposti per spiegare le evidenze geodinamiche. Il paragrafo 4 concerne la spiegazione dei fenomeni vulcanici. Il paragrafo 5 elenca brevemente numerosi “miti” privi di supporto osservazionale che condizionano oggi le scienze della Terra. Il paragrafo 6 focalizza alcuni problemi aperti che potrebbero venire studiati con reti di misura di parametri finora non adeguatamente monitorati.



**Fig. 1.** Una Terra piatta e galleggiante venne ipotizzata da Anassimandro (~ 610-347 BC). Il concetto venne poi ripreso con varianti da altri pensatori, quali Xenophane di Colofone (nato 580-577 BC; vissuto per 92 o > 100 anni), e Platone (427-347 BC). Questa ed altre simili figure sono riportate in Flammarion (1874).

## **2. L'evoluzione di un concetto**

Una ampia e dotta discussione è fornita da Brush (1982; 1996; 1996a; 1996b), mentre la presente trattazione si limita a focalizzare solo alcuni aspetti critici salienti, relativamente alla valutazione di alcune convinzioni della scienza odierna.

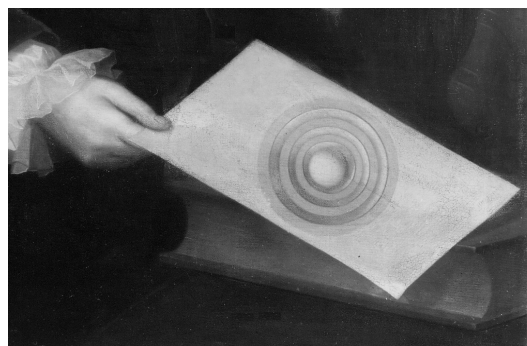
### 2.1. La teoria di “Terra cava”

Nel paragrafo 1 si è accennato al senso di paura ed ammirazione dell'uomo preistorico davanti allo spettacolo di un'effusione lavica, o ad una caverna carsica

che di fatto era inesplorabile nella sua interezza. La Fede in un contenuto spirituale, che non si cancella con la caducità del corpo, ed un insieme di considerazioni psicologiche, hanno dunque portato a concepire la Terra come una sorta di “gorgonzola”, piena di caverne, fiumi sotterranei di acqua fredda e calda, di fango, di lava, etc. Questa concezione viene generalmente indicata come modello di “Terra cava”.

Arnàiz Villena and Alonso García (1998) hanno studiato le iscrizioni tombali preromane della penisola iberica, le hanno confrontate con le iscrizioni etrusche e con quelle minoiche, nonché con la lingua basca, ed infine hanno considerato gli alleli nel sangue degli odierni abitanti del Sahara, dei Paesi baschi, dell’Etruria, e di Creta. Hanno concluso che tutto sembra essere ben consistente con l’ipotesi che i beduini siano i discendenti degli antichi abitanti del Sahara, e che Etruschi, Minoici, e gli attuali baschi siano i discendenti di popoli migrati dal Sahara preclassico ai tempi della sua desertificazione. Ciò spiegherebbe anche il considerevole livello tecnologico della antica civiltà egizia, e dell’improvviso apparire di popoli evoluti come gli Etruschi ed i Minoici, apparentemente senza alcuna graduale preparazione precedente. Dal contenuto delle iscrizioni di tali pietre tombali quegli autori hanno concluso che il mito di Caronte affonderebbe le sue radici in questi tempi preclassici.

Tutti conoscono la concezione dantesca, di un’isola centrata su Gerusalemme, attorniata dal grande oceano, ed antipodale a Gerusalemme la montagna conica del Purgatorio, vera anticamera o “rampa di lancio” per ascendere al Paradiso. Il concetto di Dante trova forse la sue prime radici nell’ipotesi di Terra galleggiante, ancora piatta di Anassimandro (~ 610-347 BC) (figura 1), che venne più tardi ripresa con alcune varianti da Xenophane di Colofone (nato 580-577 BC; vissuto per 92 o > 100 anni), e da Platone (427-347 BC). Cratete di Mallo (~ 160 BC) ipotizzava quattro terre emerse, separate da un oceano invalicabile (Scalera, 1999). Il già ricordato Cosmas Indicopleustes concepiva il mondo come una sola isola, configurata come un’unica montagna sulla quale si arrabattava tutta l’umanità. Jean Buridan (~ 1300- >1358), il famoso francescano, docente alla Sorbona, e non troppo convinto sostenitore dell’Ockhamismo, spiegava l’asimmetria fra terre emerse ed oceano australe presupponendo che la sfera delle terre emerse e quella delle acque fossero fra loro eccentriche (cfr. per es. Gohau, 1990). Nel 1657,



**Fig. 2.** Un ritratto ufficiale e solenne di Halley oggi presso la *Royal Society*, di cui era stato Segretario ai tempi di Newton, mostra il dettaglio in mano ad Halley del modello di Terra cava che evidentemente veniva considerato come uno dei suoi risultati più importanti. La deriva verso occidente della variazione secolare geomagnetica, che lui aveva scoperto, veniva spiegata con sfere concentriche magnetizzate, in moto relativo le une con le altre. Uno spazio cavo nell’intercapedine fra sfere contigue avrebbe forse potuto essere abitabile. Cfr. testo. La figura è stata ripresa da una fotografia gentilmente fornita all’autore dalla *Royal Society*.

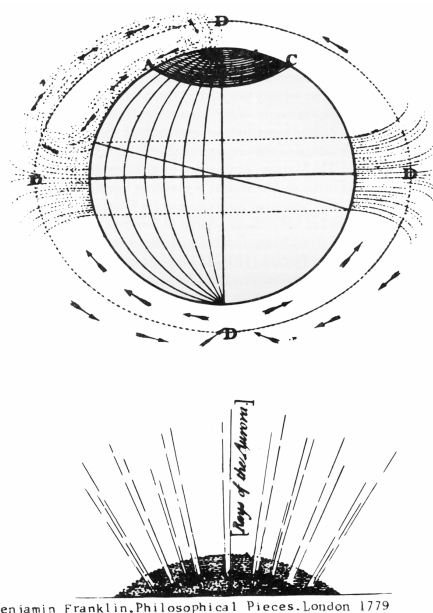
### La concezione dell'interno della Terra

Kirscher, un vero scienziato molto influente e stimato contemporaneo di Galileo, pubblicò a Roma il libro *Iter extaticum secundum*, dove un maestro (*Cosmiel*) guida un discepolo (*Theodidactus*) attraverso un meraviglioso interno della Terra, navigando su una barca di cristallo e successivamente deambulando.

Nacque così il concetto di ciclo e riciclo dell'acqua, ovvero Terre "galleggianti" che talvolta si frantumano e sprofondano con un gigantesco diluvio che coinvolge tutte le terre emerse. Quindi in qualche modo l'acqua risprofonda, e le Terre emerse tornano a galleggiare su di essa fino alla prossima frattura etc. Questo si ritrova ad es. in Cartesio (1596-1650) che diede una rappresentazione grafica sovente ripresa nei tempi successivi e spesso riportata anche oggi, accreditando così Cartesio di un concetto che era già stato chiaramente espresso, seppure non rappresentato con altrettanta efficacia visiva, da Leonardo (1452-1519). Quest'ultimo, nella sua eccezionale comprensione dei fenomeni, era ben convinto del come l'erosione meteorica sia troppo forte per consentire una prolungata sopravvivenza del paesaggio. Però non aveva compreso (come d'altronde ancora oggi non si sa con certezza, cfr. il § 5) i meccanismi che comportano un costante risollevarsi della masse continentali. In preda a questa percezione, Leonardo attraversava frequentemente momenti di grande depressione, prevedendo una rapida fine del mondo, come ripetutamente documentato da numerose "profezie" che si trovano nei suoi appunti.

Kirscher riflette una concezione del ciclo idrologico molto diffusa per secoli, che prevedeva canali sotterranei che riportavano in

quota sulle montagne le acque dai mari. Tale convinzione affondava le radici in tempi ben antecedenti (ad Anassimandro, 610-547 BC; figura 1) e, peraltro, non sembra godesse dei favori di Leonardo, che prima sembra la accettasse per poi negarla. Nel 1580 Bernard Palissy (~1510-1589 or 1590) rifiutava il concetto di tali condotti sotterranei, e solo nel 1674 Pierre Perrault (1611 - ~1680) provò che erano insostenibili, bensì bisognava rifarsi all'evaporazione ed alla precipitazione di acque piovane. Va ancora ricordato Sir Edmond Halley (1656-1742) che negli ultimissimi anni del XVII secolo aveva scoperto la variazione secolare geomagnetica e la sua deriva verso occidente. Aveva allora considerato *l'unica spiegazione allora possibile* per l'origine del campo geomagnetico, ipotizzando sfere concentriche in moto rotatorio relativo (Figura 2), che pensava addirittura avessero una intercapedine forse abitabile. Questo concetto venne ripreso da



**Fig. 3.** Benjamin Franklin (1706-1790) ipotizzò che le aurore polari escono dalle intercapedini della Terra cava di Halley, da aperture alle alte latitudini. La figura è ripresa da Chapman (1967) e fu presentata all'Accademia delle Scienze di Francia nell'aprile 1779.

Benjamin Franklin, Philosophical Pieces, London 1779

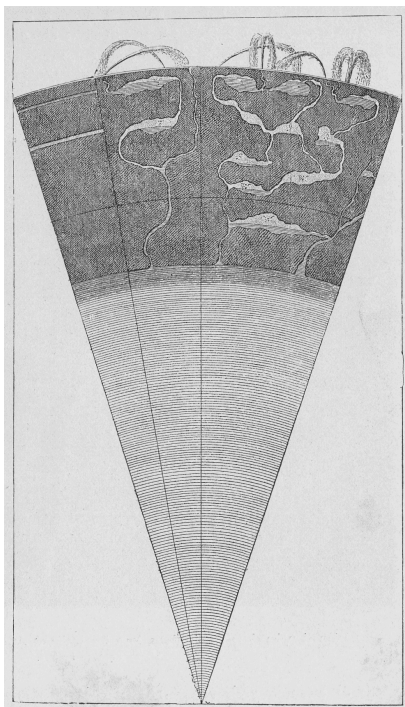
Franklin (1706-1790) che pensò alle aurore polari come luce che fuoriesce da tale mondo sotterraneo, attraverso aperture nel guscio esterno alle alte latitudini (Figura 3). Il concetto troverà un seguito. Attorno alla metà del *XX secolo* dei sognatori cercheranno velleitariamente di farsi finanziare missioni esplorative, come John Cleves Symmes nel 1818. William Reed nel 1906 pubblicò il libro *Phantom of the Poles*, e Marshall B. Gardner (1854-1920) nel 1920 pubblicò il libro *Journey to the Earth's interior, or Have the poles really been discovered?* Edgar Rice Burroughs (attivo 1913-1944) pubblicò numerosi romanzi che descrivevano tali esplorazioni fra mostri, etc. Raymond Bernard pubblicò nel 1963 il libro *The hollow Earth*, dove sostenne che le aperture polari erano state scoperte dall'Ammiraglio Bird, ma erano state tenute segrete dal Dipartimento per la Difesa degli USA. Non interessano questi anacronistici “colpi di coda”, che tanto ricordano odierni messaggi inconsulti di certi *mass media*. È meglio ricordare piuttosto la figura 4, tratta dalla *Geogonia* (1780) di Silberschlag, e pubblicata in Sapper (1903). Questo concetto di fiumi di fluidi all'interno della Terra chiaramente sopravvive anche oggi nella concezione dei fenomeni vulcanici, oggi apparentemente generalmente accettata, e che qui viene detta “dell'idraulico” (cfr. § 4).

## 2.2. Terra come “palla di cannone”

George Louis Leclerc comte de Buffon (1707-1788) eseguì esperimenti sul raffreddamento delle palle di cannone dopo la loro fusione. In tal modo cercava di colmare il vuoto conoscitivo relativo alla concezione della Terra come palla che si va raffreddando nello spazio nel corso delle ere geologiche. Anche la scienza odierna non è in grado di fornire risposte sicuramente affidabili per un tale ipotetico processo (ovvero pur ammettendo, ma non concedendo per scontato, che così sia avvenuto e stia avvenendo; cfr. § 2.4 e 6). Si possono ricordare ancora due modelli di progressivo consolidamento della Terra dopo la sua formazione, così come sono stati rappresentati in due figure riportate da Sapper (1903). Una è ripresa dalla *Theoria telluris sacra* di Thomas Burnet (1635-1715) apparsa nel 1669, l'altra secondo Alfons M. Stübel (fine del *XIX secolo*). Fra il *XVIII* ed *XIX secolo*, probabilmente con non piccolo travaglio intellettuale, avvenne un passaggio fra la concezione di Terra galleggiante su un fluido d'acqua, ad un'altra con Terra galleggiante su un fluido magmatico<sup>1</sup>. Tale modello era usato anche da

---

<sup>1</sup> In ultima analisi, mancando una misura diretta, l'aspetto speculativo era determinante. Tutto ciò ricorda in qualche modo, per analogia, il cambiamento che è avvenuto solo alcuni decenni or sono nella concezione dello strato profondo elettricamente conduttore che si trova ovunque si studino le correnti elettriche indotte nel sottosuolo. Prima si riteneva che fosse essenzialmente costituito di peridotite, riflettendo la proprietà di quanto osservato nel materiale che fuoriuscirebbe dalle profondità delle dorsali medio-oceaniche. Successivamente si cambiò, e si sostiene ora che tale strato conduttore è verosimilmente costituito di grafite, essendo verosimilmente il residuo di immani quantità di biomasse riciclate. Oggi questa interpretazione viene data come la più ragionevole, in un contesto più generale di comprensione della storia



**Fig. 4.** Figura tratta dalla *Geogonia* (1780) di Silberschlag, e qui ripresa da Sapper (1903).

Gauss, che supponeva che la crosta andasse aumentando di spessore nella scala dei tempi geologici, essendo ora nell'ordine di  $\sim 50$  km. Quando ci si rese conto che il mantello è solido (avendo una reologia che, alle nostre normali condizioni di temperatura, può venire assimilata ad es. a quella del rame), si cercò comunque di ovviare alle difficoltà introducendo il concetto speculativo di mantello come fluido Newtoniano. Ovvero il mantello non è un solido in senso stretto con caratteristiche di elasticità, quanto un fluido che per ogni sforzo associato risponde sempre con un flusso proporzionale, pur minimo. Ovvero si comporterebbe sempre in modo viscoso, anziché con una risposta elastica come dovrebbe fare un cristallo. Questo artificio consentì di salvare in qualche modo il modello basato sulla presunta convezione nel mantello (cfr. § 3). Quanto alla presenza dell'acqua nella litosfera profonda e nel mantello, è oggi argomento speculativo dibattuto con molte incertezze. Ma recenti studi danno una ragionevole spiegazione della Moho, come limite inferiore della penetrazione dell'acqua (Judd e Hovland, 2007, e letteratura ivi citata).

In ogni caso, come ben noto questa idea di Terra a “palla di cannone” che si va raffreddando nel tempo viene oggi generalmente accettata, ed è probabilmente la più diffusa in assoluto. A tale convincimento generalizzato non è forse estranea un'incisiva divulgazione fatta dal famoso film *Fantasia* di Walt Disney apparso nel 1940, nel quale tale modello viene magistralmente rappresentato come commento alla *Sagra del Primavera* che Igor Strawinsky compose nel 1913. Tutti gli scienziati della Terra oggi attivi, sin dalla loro primissima infanzia, hanno certamente ripetutamente visto tale film.

### 2.3. La Terra galleggiante

Tale concetto di Terra a “palla di cannone” si ricollega dunque sempre all'antico concetto ricordato nel § 2.2 di una Terra galleggiante (figura 1), poi riesumata in diverse forme, ad es. dal già ricordato modello di Cartesio, che molto verosimilmente lui aveva ripreso da Leonardo. Ancora nel *XIX secolo* gli uniformitaristi o Nettunisti in qualche modo non si erano affrancati da tale concetto. Si può ricordare infine anche la Figura 5, di John Woodward (fine del *XIX secolo*).

---

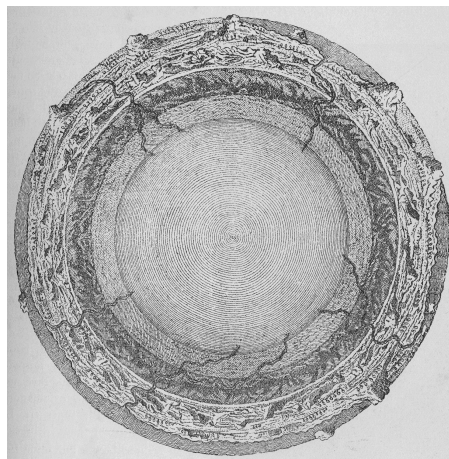
della Terra. L'argomento peraltro non ha solo interesse accademico, essendo legato in qualche modo anche alle stime dei giacimenti di idrocarburi.

## 2.4. Interpretazioni correnti

Le evidenze osservazionali fornite dalla sismologia introdussero un fatto sostanzialmente nuovo ed inaspettato. La Terra ha un mantello che trasmette onde di taglio (onde *S* di “*shear*”). Dunque è solido, dato che un fluido trasmetterebbe solo onde di pressione (onde *P*). Il nucleo è invece fluido, mentre in tempi relativamente molto più recenti (Lehmann, 1931, 1936) si trovò evidenza di un nucleo interno (*inner core*, *IC*) solido. Questi sono dati osservazionali, non di speculazione.

Diversi modi di concepire l'interno della Terra sopravvivono, nonostante gli studiosi odierni colpevolmente non sempre sembrano averne adeguata coscienza. Un tempo il ruolo guida era rappresentato dalle credenze, più o meno radicate, in veri e propri miti. Ora tale base è sostituita dall'abilità matematica. Infatti appare ragionevole attendersi che ogni autore privilegi il modello che la sua preparazione matematica gli permette di sviluppare. I matematici applicati sono professionisti altamente qualificati, e spesso svolgono un ruolo fondamentale nell'analisi “di conferma” (Tuckey, 1976). Allorché il geofisico fornisce loro uno schema interpretativo basato su una sua precedente analisi interpretativa “di esplorazione”, loro sanno svilupparlo e portarlo alle sue estreme conseguenze, in modo da poterlo confrontare con le osservazioni, spingendone le conseguenze fino alle evidenze osservazionali più estreme. Ma se il modello fisico interpretativo di base loro fornito dal geofisico è sbagliato, loro cercheranno disperatamente di introdurre comunque una qualche “perturbazione” (che fisicamente è essenzialmente arbitraria, essendo motivata soltanto da ragioni di maneggevolezza matematica). Ma ciò non farà che generare confusione al geofisico, che dovrebbe invece riconsiderare criticamente la sua precedente analisi “di esplorazione”. Queste considerazioni, molto ovvie per il lettore, sono in effetti un frequente condizionamento in negativo della ricerca odierna.

Solo molto brevemente si può accennare in questa sede al problema dello stato fisico del nucleo interno (*IC*), genericamente definito “solido” soltanto perché è l'unico stato che trasmette le onde *S* - fra quelli ora noti gassoso, liquido, solido, plasma. Quando l'agitazione termica prevale su ogni altro legame, la materia è plasma o gas, quando prevale la forza di gravità è liquida, e quando prevalgono i legami cristallini è “solida”. Ma, con l'aumento della profondità, non si capisce come il semplice aumento della pressione possa ovviare alla mancanza di legami cristallini (che a quelle temperature non possono certamente sussistere). Ci si rifaccia allora a quanto da tempo sostengono i planetologi quando asseriscono che l'interno dei grandi pianeti esterni è formato da idrogeno allo stato “metallico”,



**Fig. 5.** Figura di John Woodward (fine del *XIX secolo*) ripresa da Sapper (1903).

ovvero formato di meri nuclei spogliati di ogni loro guscio elettronico, e dunque accoppiati dal solo loro momento magnetico, pur essendo soggetti alla forza repulsiva colombiana. Se ipotizziamo una analoga situazione per l'interno della Terra (e dei pianeti interni) ne consegue che il nucleo interno è costituito da nuclei depauperati dei loro gusci elettronici. Dunque nessun legame cristallino è possibile, e nessun "solido". Ma i nuclei sono molto fortemente accoppiati dai loro momenti magnetici. Una discussione molto estesa viene data in Gregori (2012). In queste condizioni lo stato della materia – che è un nuovo stato impossibile da sperimentare in laboratorio – viene chiamato da Gregori (2012) "magpol" ad indicare la polarizzazione magnetica. Le onde S lo *debbono* attraversare in considerazione delle enormi forze magnetiche di accoppiamento che impediscono scostamenti dalla posizione di accoppiamento. Per inciso, il nucleo interno sarebbe così assimilabile ad un oggetto dotato di magnetizzazione permanente, determinato dall'allineamento dei momenti magnetici nucleari in una struttura di un tipo che, intuitivamente, si può descrivere composta di una sorta di "fibre" allineate con (e causa del) dipolo magnetico terrestre.

### **3. Ipotesi geodinamiche**

Brevemente segue un elenco schematico, senza presunzione di completezza e senza corredo bibliografico, dei diversi modelli per i fenomeni geodinamici, secondo quanto oggi sostenuto da diversi studiosi (una discussione molto estesa è fatta in Gregori, 2012).

Va sottolineato che la mente umana cerca spiegazioni "semplici", e la "semplicità" non è consona all'intrinseca complicazione della natura. Pertanto, diversi modelli, basati su diverse assunzioni "semplificatrici", spiegano diversi aspetti delle evidenze osservative. Dunque anche modelli, che apparentemente sono molto diversi fra di loro, possono ben essere parimenti corretti, pur riferendosi a diverse sfaccettature della realtà osservata. Le diatribe e controversie, anche aspre, che oggi purtroppo infestano la discussione scientifica, sorgono allorché i sostenitori di un modello lo estrapolano "per semplicità" al di fuori dei suoi limiti di validità. Sorgono così dibattiti da lana caprina etc. che quanto a significatività spesso ricordano quello storico fra Nettunisti e Plutonisti etc.

- La *tettonica a zolle* (o placche) si basa sull'ipotesi di isostasia o galleggiamento della litosfera su un fluido (Newtoniano o meno) sottostante. È l'ipotesi che viene generalmente accreditata come quella "vera". Figlia del sopravvivere della concezione a "palla di cannone" di Buffon, generalmente ipotizza (problematici) moti convettivi nel mantello, e pecca di presunzione quando pretende di essere un dogma fondamentale, suscitando violente opposizioni.

- L'*espansionismo* suppone che la Terra si sia espansa nel corso delle ere geologiche. L'ipotesi è molto dibattuta e contrastata. Ci si è appellati alla speculazione di Dirac su una riduzione nel tempo della costante di gravità, che si basa solo su motivi di "simmetria" e "semplicità" delle leggi fondamentali della fisica. Ma sembra non basti. Qualcuno ha perfino ipotizzato una permanente

“creazione” di nuova materia all’interno della Terra – che come tale ricorda un’ipotesi analoga ora abbandonata di “creazione” continua di massa ed energia per giustificare il big bang (ma ipotesi così fantasiose e “poetiche” sono chiaramente troppo speculative in un realistico contesto scientifico). In realtà manca la possibilità di avere una verifica sperimentale convincente o in favore o contro questa ipotesi, che di per sé non ha nulla di sbagliato.

- La “*surge tectonics*” fa una trattazione della dinamica della litosfera alla stessa stregua di quella oceanica od atmosferica (Meyerhoff Hull, 1996; Meyerhoff *et al.*, 1996, 1996a, e letteratura ivi citata).<sup>2</sup> La sua difficoltà sta nel non avere possibilità di osservare i flussi verticali di materia e quelli di ritorno nelle traiettorie sotterranee del flusso litosferico.

- La “*global wrench tectonics*” si basa soprattutto su evidenze paleoclimatiche, e presuppone grandi spostamenti di un qualche strato esterno della Terra (la litosfera?), e tali perfino da far migrare aree polari a latitudini equatoriali e viceversa.<sup>3</sup> Le difficoltà stanno nel fornire una spiegazione che sia convincente per la fonte di energia. Il suo ideatore e sostenitore è Karsten Storetvedt (1997, 2003), uno studioso molto colto che ha accumulato un enorme esperienza osservazionale geologica e non.

- Il “*relativismo*” sostenuto da van Bemmelen (1972) sostiene che il “*fissismo*” o il “*mobilità*” sono solo punti di vista contrapposti di autori diversi, che riflettono soltanto la loro formazione di base, e osservano dunque sfaccettature diverse del medesimo sistema fisico.

- *L’origine della Luna* e quella dei *continenti* sono anomalie (della Terra rispetto a tutti gli altri oggetti planetari), e sono dunque temi molto connessi a quelli geodinamici.

- Una concezione che sarebbe essenzialmente sbagliata (come autorevolmente mostrato con dovizia di dettali da Ollier, 1981, 2006, 2006a; Ollier and Pain, 2000, e citazioni ivi contenute), è quella che viene genericamente riportata come “*corrugamento*”. I processi orogenetici vanno invece oggettivamente descritti da fenomeni prevalenti di “*overthrusting*” (sovrapposizione).

- La “*tettonica a fango caldo*” (*warm mud tectonics*, *WMT*) è il modello descritto nella nota dell’autore che accompagna la presente. Secondo Gregori (2002, 2012) e conformemente al rasoio di Ockham, questo modello si accorderebbe con le evidenze osservazionali meglio degli altri. La totalità (o quasi) dell’alimentazione energetica deriverebbe dalla dinamo azionata dalla marea [“*tide-driven*” (*TD*)]. Il calore Joule endogeno generato si propaga poi in modo non uniforme fino alla superficie terrestre, generando dei grandi rigonfiamenti (“*superswells*” o *megaondulazioni*) di scala quasi continentale. La litosfera scivola poi sull’astenosfera lungo i pendii di queste grandi “*colline*”. Nelle valli fra di esse, che sono vere e proprie *megasinclinali*, avvengono i fenomeni *orogenetici*, prevalentemente per “*overthrusting*”.

---

<sup>2</sup> Il termine “*surge*” significa tempesta, per es. di mare.

<sup>3</sup> Il verbo “*to wrench*” significa “torcere, storcere, contorcere, slogare”.

### *La concezione dell'interno della Terra*

La *WMT* è in stretto accordo con la “*surge tectonics*”. L'unica differenza è che la *WMT* non necessita di richiedere alcuna circolazione di fluidi perpendicolarmente alla superficie terrestre, o flussi di materia di ritorno in profondità. La *WMT* non ha alcuna contraddizione con l'*espansionismo*, che - sia che esista sia che non esista - potrebbe ben essere un fattore aggiuntivo opzionale. La *WMT* non ha alcun motivo di contraddizione con la “*global wrench tectonics*”. Anche per questo modello (così come per ogni altro) la sorgente energetica primaria può ben essere il calore Joule generato dalla dinamo *TD*. Peraltro l'unico punto di perplessità della “*global wrench tectonics*” è la giustificazione specifica dei meccanismi che presiedono alle migrazioni relativamente frequenti della litosfera anche dell'ordine di  $90^\circ$  o più, fra poli ed equatore, etc. La *WMT* non è certo in contrasto con l'evidenza a favore di “*overthrusting*” rispetto al meglio noto corrugamento. Lo stesso si dica per il concettosi *relativismo* etc. Ovvero, tutti questi modelli sono tutti essenzialmente *ben compatibili gli uni con gli altri*, purché vengano considerati entro i rispettivi domini di approssimazione.

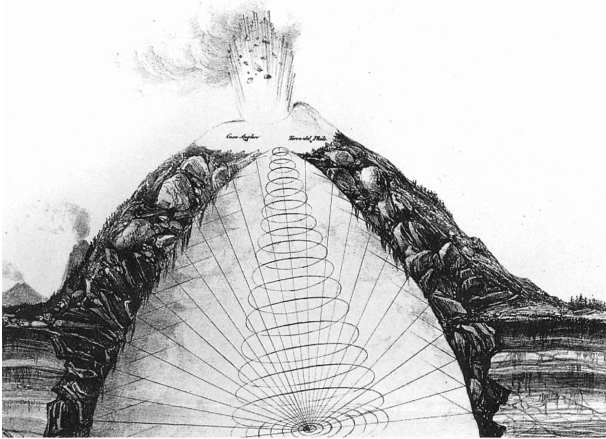
Invece la *WMT* è in netto contrasto con la *tettonica a zolle*, dato che la *WMT* presume lo scivolamento della litosfera su piani inclinati, senza alcuna possibilità di fenomeni di galleggiamento ed isostasia, che sono alla base del modello a zolle (un libro su un tavolo vi può scivolare, non vi galleggia). Le evidenze sperimentali sono chiaramente a favore di tutti gli altri schemi interpretativi e sono in netto contrasto con la *tettonica a zolle*, il cui principale “peccato originale” è l'eccessiva presunzione di poter estrapolare uno schema mentale “semplice” volendolo necessariamente applicare ad una realtà che oggettivamente lo rifiuta. Si ricorda anche che nella chiave logica della *WMT* si trovano chiare evidenze di un ciclo (non necessariamente strettamente periodico) di formazione dei continenti nelle megasinclinali, e successiva loro erosione per aventi meteorici, con durata dell'ordine di  $\sim 100 - 200 Ma$  (con buona pace per gli incubi profetici di Leonardo; cfr. § 2.1). Secondo indagini paleoclimatiche e multidisciplinari, Mortari (2010) ha individuato un periodo dell'ordine di  $\sim 179 Ma$  che si può ben associare a questo fenomeno ciclico ricorrente sulla scala geologica.

Per un'acuta e dotta discussione critica delle diverse ipotesi geodinamiche il lettore interessato può anche leggere le bellissime opere Wezel (1994, 2004) che meriterebbero un uditorio internazionale molto più esteso di quello solo italiano. Va anche ricordato (cfr. la nota dell'autore che accompagna la presente) che, come conseguenza della dinamo *TD*, la struttura interna della Terra deve essere “a riccio di mare”, in considerazione dei meccanismi di trasferimento del calore endogeno fino alla superficie, e ciò sulla base di principi basilari della fisica classica (principio variazionale di Hamilton).

#### **4. Vulcanismo**

Nel contesto storicistico di questa nota appare pertinente considerare il caso del vulcanismo. L'origine prima del vulcanismo è sempre apparsa una vera sfida per gli studiosi della Terra (Gregori and Dong, 1996). Anche le convinzioni odierne

riflettono le diverse concezioni sopra ricordate dell'interno della Terra. Secondo un'ipotesi che oggi gode di qualche popolarità, la Terra, come Gaia, è assimilata ad un organismo vivente. Per molti aspetti questo è certamente corretto, anche considerando che è assodato che gran parte della crosta terrestre è biomassa riciclata (Ronov, 1982; Budyko *et al.*, 1985; Judd ed Hovland, 2007; etc.). Da alcuni decenni gli studiosi dell'induzione e.m. nella Terra profonda asseriscono che lo strato conduttore terminale profondo (che si osserva ovunque) sarebbe verosimilmente composto di grafite, ovvero di biomassa riciclata. Leonardo (1452-1519) concepiva la Terra come un essere vivente. Nei primi anni 1950 quando i lavori di Leonardo vennero studiati e riscoperti con molta cura, vi fu chi si meravigliava che una mente tanto brillante potesse avere una concezione tanto "naïve". Keplero (1571-1630) asseriva che, dato che ogni cosa che esiste necessita fisiologicamente di cibo e di escrementi, i vulcani sono gli escrementi della Terra. In termini di bilancio energetico certamente non si sbagliava.



**Fig. 6.** Figura dal trattato del comte A. de Bylandt Palstercamp, *Théorie des volcans*, Atlas (1836), ripresa da Krafft (1991). Riflette l'idea diffusa nell'antichità, che associava il calore dei vulcani all'energia di attrito dovuta al fruscio del vento nelle caverne del sottosuolo.

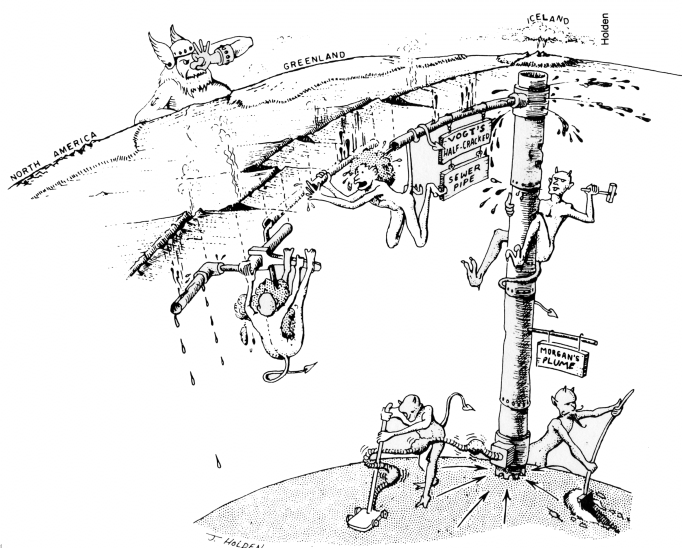
Focalizziamo alcuni punti.

**I. La Terra cava.** Gli antichi pensatori facevano riferimento al modello a Terra cava ed all'attrito dei venti entro le caverne sotterranee (figura 6; tale idea sembrava ben supportata dal fatto che tutti o quasi i vulcani noti nell'antichità erano nelle isole Eolie, caratterizzate da forte ventosità).

**II. La Terra dell'idraulico.** La letteratura odierna sembra privilegiare la concezione del vulcanesimo tramite magmadotti che attraverserebbero le profondità del pianeta (figura 7). A quanto risulta all'autore, nessuna prova sperimentale sembra dare supporto a tale ipotesi. In effetti, l'evidenza osservazionale denota semplicemente che i vulcani sono strutture quasi puntiformi sulla superficie terrestre, caratterizzati da un'alimentazione di calore endogeno anomalo. Ogni tentativo di eseguire una qualche tomografia sismica non ha mai dato evidenza di tali magmadotti profondi (al di sotto delle camere di magma). " ... *The writer is not able to say positively that volcanism is a derivative of earthquakes and prefers to say that both are equally the derivatives of the same rank from the thermal energy contained in the bottom of the crust or the mantle.* " (Yokoyama, 1957, p. 106). In particolare va osservato come non vi sia alcuna

## La concezione dell'interno della Terra

necessità che ogni vulcano debba essere associato ad effusione di lava. Per es., un arcobaleno viene osservato (non sempre) quando c'è stato un temporale, e *non* se ne può concludere che ogni temporale genera un arcobaleno. Allo stesso modo una montagna che mostra un efflusso di lava è certamente un vulcano, ma *non* c'è alcun bisogno che la medesima condizione valga per ogni vulcano. Come ben noto, i vulcani esplosivi, che sono i più pericolosi, in genere possono ben evitare di produrre effusione di lava.



**Fig. 7.** Versione cartonesca della teoria di Peter Vogt dell'asse della dorsale oceanica medio-Atlantica che opererebbe un incanalamento, entro un magma dotto, di roccia parzialmente fusa al di sotto dell'Islanda. Figura e didascalia riprese da Cromie (1989).

Per quanto concerne l'alimentazione primaria di Stromboli, Francis *et al.* (1993) riportano un calcolo eseguito da Giberti *et al.* (1992), basato sul principio che un flusso continuo di magma fornisca permanentemente una sorgente termica per provocare i gas necessari all'attività tipica stromboliana. In tale prospettiva valutano "*rates of hundreds or thousands of kilograms per second*", il che appare chiaramente sorprendente. Inoltre si consideri la difficoltà che implica il trasferimento di calore dal magma all'acqua (il magma ha una conducibilità termica bassissima). Quegli autori conclusero che bisogna ipotizzare tale trasferimento di energia termica con un flusso di  $\sim 200 \text{ kg sec}^{-1}$ . Ciò appare paradossale in considerazione del delicato sistema che bisogna supporre, e che sarebbe esistito con molta regolarità per almeno quasi tre millenni. Il più evoluto reattore nucleare non potrebbe avere circuito di raffreddamento di affidabilità confrontabile a quella di Stromboli.

**III.** *I gas vulcanici* sembrano essere un serio problema. Bullard (1984, p. 508-509) riporta alcune misure della potenza di eruzioni esplosive nella Kamchatka, eseguite da Gorshkov (1959) usando microfoni e confrontando le onde sonore con misure analoghe eseguite durante esperimenti di esplosioni nucleari in atmosfera. Bullard asserisce " ... *L'energia dell'esplosione del 30 marzo era  $4 \cdot 10^{23}$  erg. L'energia termica rilasciata nell'eruzione del Bezymianny, calcolata nel modo convenzionale [i.e. ovvero considerando il contenuto energetico dei materiali eruttati], è di circa  $2.2 \cdot 10^{25}$  erg. Così l'energia di esplosione è soltanto circa il 2% dell'energia totale dell'eruzione, il che ha indotto Gorshkov a concludere: '... l'agente attivo principale dell'eruzione è l'energia termica del magma, ed il gas*

serve solo per trasformare questa energia in energia di esplosione' (1959, p. 108). *Ciò è contrario all'opinione prevalente, come asserito in una frase di Perret che così recita: 'Il gas è l'agente attivo, il magma il suo veicolo' (1924, p. 59).*" Questo punto di vista di Perret viene anche confermato (Bullard, *ibid.*, p. 35) con la seguente frase di Thomas A. Jaggar: *"Il vulcanesimo ha ovunque un elemento unitario; il gas è il motore primo."* La conclusione di Gorshkov è stata successivamente dal medesimo autore ulteriormente confermata con l'analisi dell'esplosione del Mt. Shiveluch avvenuta il 12 novembre 1964 (dove la sua stima percentuale è stata anche ridotta a  $<1\%$ ). L'origine del vulcanesimo ed il ruolo dei gas sembrano dunque rimanere ancora quasi nel regno delle credenze, o di un "mito" dei nostri giorni. Ad es., nonostante i risultati contraddittori sopra menzionati di Gorshkov, l'identico concetto di Perret e Jaggar viene ancora enfatizzato da autorevoli vulcanologi, come ad es. dal compianto Krafft (1991) e dai commenti aggiunti dal curatore della edizione italiana apparsa nel 1993.

Riassumendo, è convinzione apparentemente accettata da tutti che l'origine dei gas vulcanici avvenga direttamente nei grandi flussi di magma entro il grande sistema di magmadotti sopramenzionato. Inoltre si asserisce che ogniqualvolta si dia il caso di magma che entra in contatto con acqua, ciò dovrebbe dar luogo ad un'esplosione catastrofica. Per quanto è dato di conoscere all'autore, nessuna evidenza osservazionale sembra supportare tale credenza. Consideriamo infatti il problema da un punto di vista più realistico e meno ambizioso, eppoi applichiamo il rasoio di Ockham. Le osservazioni danno evidenza di aree caratterizzate da un diverso ammontare di flusso geotermico, che talvolta diventa tanto intenso da giustificare fenomeni vulcanici, i quali peraltro si manifestano irregolarmente nel tempo, ovvero quando sia avvenuto un adeguato accumulo di energia. Il calore endogeno, qualunque ne sia l'origine, raggiunge livelli relativamente superficiali, dove constata l'esistenza di fluidi (di qualsivoglia tipo ed ammontare, sia piccolo sia grande). I fluidi sotterranei hanno notoriamente una grandissima mobilità attraverso le porosità del suolo e trasportano calore per avvezione. Quando tali fluidi risultano insufficienti per assicurare il bilancio energetico del sistema, il calore si deve accumulare. Quindi, in linea di principio, dobbiamo considerare due possibili eventualità in dipendenza del confinamento del sistema e dell'equazione di stato. Sappiamo che la pressione interna cresce al crescere della temperatura. Dunque, se il confinamento meccanico dei fluidi caldi risulta insufficiente, il sistema esploderà, con maggior o minor violenza in dipendenza della soglia di cedimento del confinamento meccanico. D'altro canto, a causa della progressiva ridotta pressione litostatica negli strati relativamente più superficiali, l'equazione di stato potrà talvolta consentire che una qualche fusione parziale possa avere luogo. In tal caso si ha così la creazione di un nuovo fluido *ad hoc* seppure di alta viscosità, ovvero si forma magma, che ovvierà alla carenza degli altri fluidi convenzionali. Tale nuovo fluido potrà dunque trasportare per avvezione il calore endogeno, ed in tal caso si osserverà vulcanesimo effusivo.

Tutto ciò sembra estremamente semplice ed in ottimo accordo con quanto aspettato dalla sopra menzionata struttura "a riccio di mare" dell'interno della

Terra. Al contrario la concezione oggi prevalente ed apparentemente unanimemente accettata fa appello a quanto viene qui brevemente indicato come “Terra dell'idraulico”. I gas vulcanici vengono interpretati come esalazioni da tali enormi flussi sotterranei di magma, che quando entrano in contatto con l'acqua darebbero luogo ad esplosioni catastrofiche. Buffon voleva paradossalmente costruire un muro davanti a Taormina per isolare l'Etna dall'acqua del Mediterraneo, e riteneva che in tal modo avrebbe ridotto di molto l'attività etnea.

Il modello molto più modesto e riduttivo sopra accennato sembra molto più semplice e credibile – conformemente al rasoio di Ockham - rispetto al modello molto speculativo, che oggi viene apparentemente generalmente universalmente accettato. Per quanto a conoscenza dell'autore, nessuna evidenza sperimentale sembra dare supporto alcuno all'idea oggi corrente, che deriverebbe dunque da “miti” subconsci che hanno radici molto antiche.

**IV. Calore Joule contrapposto a calore d'attrito.** Dal punto di vista della Terra “a riccio di mare”, parte dei vulcani dovrebbe venire alimentata direttamente da calore Joule rilasciato sulla punta degli aculei del riccio. Le anomalie geomagnetiche delle aree vulcaniche danno conferma di tale ipotesi, denotando la ben nota tipica struttura a doppio-occhio che ben si accorda con l'ipotesi di correnti elettriche continue che circolerebbero sulla punta dell'aculeo. Tale morfologia verrebbe tipicamente osservata in tutti i vulcani del Pacifico, e del Tirreno, incluse le Isole Eolie, così come nel Pico de Teide a Tenerife, etc. Inoltre l'alimentazione elettrica sembra totalmente certa nel caso delle dorsali medio-oceaniche (*MOR*), dato che la deriva verso occidente della variazione secolare geomagnetica si annulla proprio al di sopra del circuito dei *MOR* (Gregori, 1993) e tale fenomeno è totalmente *non* spiegato in *alcun altro* modo. Devastanti incendi spontanei si sono avuti sul prolungamento entroterra della dorsale pacifica entro la California, etc. con una fenomenologia che non sembra consentire alcuna spiegazione alternativa, etc. Tuttavia, alcuni altri vulcani sembrano non avere connessione alcuna con i fenomeni geomagnetici. Verosimilmente sembrano essere alimentati da calore d'attrito conseguente alla trasformazione di energia cinetica (da scivolamento della litosfera sui pendii delle “superswells”). Questo sembra essere ad es. il caso degli archi di isole, e ciò sembra essere anche suffragato dall'analisi del chimismo isotopico dei basalti, che, nel caso delle isole oceaniche includendovi le Isole Eolie, risulta essere sostanzialmente molto diverso dal chimismo dei vulcani degli archi di isole. Come corollario, le Isole Eolie non possono venire considerate come un fenomeno di arco di isole (come spesso riportato in letteratura), essendo piuttosto molto più simili ai vulcani sommersi del Tirreno.

#### **4. “Miti” del passato e presenti**

Dopo il rapido excursus storico dei precedenti paragrafi, si cerca di riassumere brevemente in questo paragrafo un elenco di molti convincimenti oggi abitualmente citati come “generalmente condivisi” nella comunità scientifica internazionale, trattandosi spesso di “opinioni” non suffragate dalle osservazioni.

Possiamo brevemente chiamare queste opinioni “miti”, oppure “assiomi”, o forse “dogmi”. In inglese vengono chiamati “paradigms”, ma in italiano il termine paradigma non esprime appieno l’idea.

- Un primo mito è quello del non considerare il sistema “Terra” quale realmente è, ovvero un minuscolo componente del sistema “Sole”. Lo studio della “Terra”, come abitualmente si fa, come sistema indipendente a sé stante è privo di significato.

- Un altro mito concerne la separazione fra geofisica, geochimica, e biosfera. Tale separazione disciplinare ha senso nel laboratorio, ma non nello studio della Terra. La si assimili ad un aviogetto di linea, dove il passeggero (in questo caso la vita) può opzionalmente prendere posto oppure no. La vita non è una presenza opzionale. La vita è uno dei fattori fondamentali delle scienze della Terra, mentre i fattori fisici e chimici sono molto marginali. Gregori (2012) lamenta di aver dovuto ancora basare lo studio della Terra soprattutto sugli aspetti fisici (e chimici), dato che le attuali conoscenze non consentono ancora il salto di qualità necessario.

- Un mito, con conseguenze devastanti, concerne la convinzione che il vento solare deve avere carica Coulombiana totale nulla. Questa assunzione era corretta quando si pensava che lo spazio interplanetario fosse vuoto e solo saltuariamente attraversato da nubi di plasma. Dal 1958 sappiamo invece dell’espansione della corona solare. La Terra con la sua magnetosfera cattura solo una frazione di  $\sim 10^{-9}$  della corona solare in espansione. Dunque, considerate le deviazioni dalla media del vento solare, la Terra potrebbe benissimo catturare vento solare carico elettricamente di uno o dell’altro segno. Molte osservazioni di fenomeni inspiegati su altri oggetti planetari sembrano mostrare verosimili effetti di tipo elettrostatico. Lo stesso ciclo delle macchie solari potrebbe ben essere un fenomeno ciclico elettrostatico del Sole, etc.

- Un mito concerne l’ipotesi di separazione in due distinti sistemi fisici fra ciò che è esterno e ciò che è interno rispetto alla magnetopausa. Si è allora cercato di ovviare alla situazione paradossale che si è così trovata, e si è introdotta un’ipotesi di lavoro, lasciando perfino cadere un’equazione di Maxwell ( $\text{div } \mathbf{B} = 0$ ) ed introducendo il concetto di “riconnesione” delle linee di forza magnetiche. Tutto ciò ha il solo fine di salvare comunque il formalismo dell’algoritmo della *MHD* che ben si applica (approssimativamente) all’espansione della corona solare, ma che altrimenti non si potrebbe applicare alla spiegazione dei fenomeni magnetosferici. In realtà non ha senso alcuno separare i due diversi sistemi fisici rispetto alla magnetopausa.

- Un altro mito, riconosciuto come totalmente infondato dagli stessi specialisti interessati, è quello della equipotenzialità elettrica della ionosfera terrestre. La ionosfera è un gas molto tenuemente ionizzato con conducibilità elettrica (non Ohmica) molto esigua. I fenomeni elettrostatici in ionosfera sono così totalmente ignorati. Inoltre non si tiene minimamente conto del fatto che non esiste alcuna soluzione di continuità fra la corona solare in espansione e l’atmosfera terrestre,

### *La concezione dell'interno della Terra*

ovvero corona solare ed atmosfera terrestre sono un unico sistema fisico. Né è problema meramente accademico, avendo conseguenze molto importanti per la prevenzione delle catastrofi idrogeologiche.

- Un mito devastante è il presumere che il circuito elettrico atmosferico sia solo una conseguenza di convezione nelle nubi e di attriti vari etc. Questa concezione risale al decennio 1910-1920, ed ignora di fatto le evidenze dedotte sia dalla fisica quantistica, sia dalle osservazioni dell'era spaziale, sia dalle emissioni luminose transienti dell'atmosfera.

- Un mito molto consolidato è l'ipotesi di un ruolo trascurabile (pur come stima in media) delle correnti elettriche fra suolo ed aria. La base osservazionale è una stima molto grossolana fatta fra la fine del 1800 ed i primi anni del 1900. Oggi fra gli specialisti più illuminati c'è coscienza dell'inaffidabilità di tale stima. Ma, non avendo una soluzione, l'equivoco persiste in ragione delle semplificazioni matematiche che consente (sviluppo di potenziale geomagnetico in armoniche sferiche).

- Quanto ai miti concernenti la struttura interna della Terra, si è detto nei paragrafi precedenti, ma soprattutto si ricorda: il devastante persistere della Terra a "palla di cannone" di Buffon con tutti i suoi annessi e connessi; il mito della tettonica a zolle ed isostasia; quello del nucleo interno "solido"; e quello di una struttura interna "a cipolla" anziché a "riccio di mare" dimenticando che le onde sismiche non sarebbero mai in grado di evidenziare strutture fini come un "aculeo di riccio di mare".

- Va ancora ricordato il mito della *non-teleconnessione fra eventi sismici in aree molto distanti* del globo. Questo è in effetti quanto viene richiesto dalla tettonica a zolle, e dunque non è stato praticamente mai indagato in modo sistematico come dovuto. Peraltro questo effetto è previsto dai fenomeni di *serpentinizzazione* (Judd e Hovland, 2007). Precisamente, si considerino le aree dove la crosta è più fratturata. Tipicamente queste aree, secondo la tettonica a zolle, vengono identificate con i confini di placca. Invece nella *WMT* sono da considerare solo come zone dove la crosta è più sottile e fragile. In queste aree l'acqua penetra nelle fratture, e dà luogo ad una reazione con sali del *Mg* che sviluppano un aumento volumetrico molto grande. In tal modo le rocce secche si idratano. Si tratta di una vera e propria violenta esplosione che provoca ulteriori fratture, ed un'ulteriore penetrazione dell'acqua, etc. è il fenomeno chiamato *serpentinizzazione*. È un fenomeno a catena che si propaga su grandi distanze, lungo precise direttrici, provocando così una teleconnessione fra eventi sismici in aree molto distanti. Ma la velocità di propagazione finora non è stata determinata. Va anche ricordato come, una volta avvenuta la combinazione di acqua con le rocce secche preesistenti, queste saranno successivamente depauperate del loro contenuto di acqua a causa del riscaldamento da parte del calore endogeno. Ovvero il fenomeno di serpentinizzazione si ripeterà così ciclicamente. Judd e Hovland (2007) e citazioni ivi incluse chiamano *serpentosfera* uno strato di serpentino che, in quantità variabile, sarebbe presente ovunque sul globo. Per inciso, appare moto

ragionevole pensare che la Moho rappresenti il limite inferiore di penetrazione dell'acqua entro la crosta terrestre.

- Infine un (quasi) mito (?) concerne l'ipotesi del "brodo primordiale" come sito dell'origine della vita. Martin Hovland e collaboratori (cfr. Judd e Hovland, 2007 e letteratura ivi inclusa) dopo decenni di accurate osservazioni in numerose parti del globo hanno riscontrato lo sviluppo di microrganismi a profondità di alcune migliaia di metri, in acque freddissime, dove la luce del Sole non arriva mai. È chiaramente evidente che queste forme di vita sono alimentate dalla esalazione di metano caldo dal fondale. Questi microrganismi sono poi l'evidente inizio di una catena alimentare che dà luogo allo sviluppo di varie forme di vita sempre più articolate (granchi, strutture tubiformi, coralli, etc.). Queste ed altre forme della catena alimentare possono poi popolare progressivamente livelli di acque sempre meno profonde, fino a dove la luce solare costituisce una nuova importantissima sorgente di energia, da cui tutto procede come si è finora pensato. Se tutto ciò fosse vero ci sarebbero due possibili conseguenze inattese. La prima è la possibilità di una rigenerazione continua di nuovi microrganismi sotto i fondali oceanici, che potrebbe essere in atto anche oggi. La seconda è la possibilità che esistano forme di vita anche in altri corpi del Sistema Solare, anche là dove la radiazione solare è assolutamente esigua. Infatti ci sono chiare indicazioni che numerosi corpi planetari sono dotati di una dinamo *TD* interna. Ciò è confermato tra l'altro dalla loro evidente attività tettonica. In questi corpi, al di sotto della loro superficie, ci sarebbero dunque le medesime condizioni per lo sviluppo di microrganismi, anche se mancherebbe poi la possibilità di sviluppare le forme di vita superiore verso la superficie, in ragione dell'assenza di una sufficiente radiazione solare. Tutto ciò è chiaramente da dimostrare.

## 5. Conclusione. Problemi aperti

Rimangono alcuni pesanti problemi aperti e che concernono direttamente le cause prime che controllano il clima. Definiamo "clima" l'ambiente dove la biosfera può svilupparsi e sopravvivere. Il "clima" concerne soltanto un sottilissimo strato al contorno fra Terra solida, e/o mari ed oceani, e/o atmosfera. Il punto cruciale è l'accoppiamento fra tali tre componenti. Questo avviene anche per esalazioni di fluidi, controllate dalle cospicue variazioni temporali dei flussi di calore endogeno. Un altro meccanismo cruciale concerne il circuito elettrico atmosferico. A detta di autorevoli specialisti di questa difficilissima disciplina, tutte le spiegazioni oggi fornite sembrano essere totalmente inattendibili. Ovvero appare loro sostanzialmente non convincente la spiegazione oggi fornita per la causa della carica elettrica positiva della ionosfera, dei fenomeni di elettricità atmosferica, fulmini, etc., e più recentemente dei fenomeni di scariche osservati fra la parte superiore delle nubi e la ionosfera (denominati eventi luminosi transienti, incluso il rilascio di violenti impulsi di raggi gamma originati a  $\sim 30$  km di quota) di cui si hanno finora osservazioni troppo sporadiche ed aleatorie. D'altro canto, coloro che fanno calcoli di modelli numerici per le variazioni climatiche confessano

### *La concezione dell'interno della Terra*

apertamente che il punto più debole di tutti i loro modelli sta proprio nell'ignoranza dei meccanismi che determinano la precipitazione dell'acqua atmosferica. Lo studio dei meccanismi del clima sembra dunque essere forse una delle sfide odierne più difficili delle scienze della Terra, ed appare chiaramente un controsenso continuare a considerare queste come una somma di discipline autonome e separate nelle diverse branche oggi convenzionali. I fenomeni endogeni sono dunque una chiave di conoscenza essenziale per la comprensione dei fenomeni climatici e delle sfide ad essi connessi. Il "clima" è stato condizionato dalle variazioni dei flussi di calore endogeno, e dunque dai relativi meccanismi di generazione che hanno presieduto anche a tutte le altre manifestazioni geomorfologiche (geodinamica, vulcanesimo, etc.). Inoltre il ruolo dell'umanità è risultato devastante durante alcune decine di millenni, e ciò è dipeso in larga misura da un errato rapporto culturale connesso alla comprensione dei fenomeni naturali. L'archeostronomia, e con essa lo studio dell'evoluzione delle idee sull'interno della Terra e sui suoi processi, possono dare un contributo molto improntato per poter vincere le sfide odierne della scienza della Terra.

Ma sono necessarie nuove reti di sensori, a scala planetaria, che forniscano informazioni osservazionali cruciali, e finora mai disponibili. Brevemente si ricordano ad esempio (fra gli altri), e la discussione è fatta da Gregori (2012):

- stazioni di misura di emissione acustica (*AE*) nel suolo, al fine di monitorare in tempo reale la propagazione degli sforzi crostali; ciò è indispensabile sia per monitorare vere e proprie "tempeste e/ o sottotempeste crostali" (Gregori *et al.*, 2010, 2012) che consentono di individuare periodi che, localmente, sono adatti ad eventi sismici, sia per monitorare le variazioni di fratturazione e porosità del suolo con conseguenze sugli scambi fra suolo ed atmosfera;
- stazioni di misura di geoterme superficiali (profili di temperatura nel sottosuolo fino a circa 3,5 m di profondità) conformemente a quanto fatto da oltre mezzo secolo nella rete meteorologica cinese ad opera della scuola di Tang Mao Cang (attività quasi sconosciuta nel mondo occidentale);
- correlazione delle medesime misure con i dati dei gravimetri superconduttori (oggi sono attive 25 stazioni, ma gli strumenti sono molto costosi);
- monitoraggio delle correnti indotte nella Terra su scala planetaria per mezzo di una rete di cavi sottomarini per comunicazioni (Meloni *et al.*, 1983; Lanzerotti and Gregori, 1986);
- monitoraggio delle variazioni del moto astronomico della Terra (velocità di rotazione, e spostamento del relativo asse) con risoluzione temporale molto superiore a quella finora fornita;
- misure dell'elettrostatica della ionosfera, con strumenti di nuova concezione per la misura del campo elettrico in atmosfera (il cosiddetto gradiente elettrico atmosferico, finora misurato con strumenti che si sono rivelati inaffidabili).

Tutto ciò appare fondamentale al fine di comprendere i fenomeni che portano alle più grandi catastrofi naturali che colpiscono l'umanità (da quelli sismici a quelli idrogeologici, e dunque alla mitigazione dei loro effetti) nonché ai fini di

una migliore comprensione e sfruttamento delle fonti di energia che ci offre madre Natura, ....

Un ostinato uso sempre e soltanto delle consuete misure, con un atteggiamento mentale sempre conservativo e rispettoso di “miti” consolidati, non può consentire di eseguire progressi sostanziali nella scienza ai fini di migliorare il rapporto fra uomo e “clima”. Lo studio della storia del pensiero (e l’archeostronomia ne è parte fondamentale) è dunque molto importante per il nostro progresso.

**Ringraziamenti.** Mi è impossibile ricordare tutti coloro che dovrei. Ricorderò soltanto (in ordine casuale) gli studiosi che in diversi modi mi hanno aiutato forse maggiormente nello sviluppo delle idee (ma l’elenco è sicuramente insufficiente e me ne scuso con chi non vi compare). La gratitudine è un sentimento che nasce dall’animo, in ragione di motivi umani profondi, nei confronti di una persona ben al di là di un semplice rapporto professionale: Raymond Hide, Helmut Moritz, Martin Hovland, Louis J. Lanzerotti, Cliff Ollier, Karsten Storetvedt, Carlo Forese Wezel, Michel Parrot, Tang Maocang con i suoi allievi Dong Wenjie, Gao Xiaoqing, .... nonché il compianto Naoshi Fukushima, e non certo ultimo il carissimo amico immaturamente scomparso Wilfried Schröder. Quando scompare un vero amico, è una parte della nostra stessa vita che finisce.

## Bibliografia

- Arnàiz Villena, Antonio, and Jorge Alonso Garcia, 1998. *El origen de los vascos y otros pueblos mediterràneos*. 139 pp., Estudios Complutenses, Editorial Complutense, Madrid.
- Brush, Stephen G., 1982. Chemical history of the Earth's core. *EOS, Bull. AGU*, **63**, (47), 1185-1188. Reprinted in *Gillmor (1986)*, 1-5.
- Brush, Stephen G., 1996. *Nebulous Earth: the origin of the solar system and the core of the Earth from Laplace to Jeffreys*, 324 pp., Cambridge University Press.
- Brush, Stephen G., 1996a. *Transmuted past. The age of the Earth and the evolution of the elements from Lyell to Patterson*, 192 pp., Cambridge University Press.
- Brush, Stephen G., 1996b. *Fruitful encounters. The origin of the solar system and of the Moon from Chamberlin to Apollo*. 354 pp., Cambridge University Press.
- Budyko, Michael I., Alexander B. Ronov, and Alexander L. Yanshin, 1985. *Istoriya atmosfery* (in Russian). Gidrometeoizdat. English translation, *History of the Earth's atmosphere*. 139 pp., published in 1987 by Springer-Verlag, Berlin, etc.
- Bullard, Fred M., 1984. *Volcanoes of the Earth*. II Revised Edition, 629 pp., University of Texas Press, Austin.
- Burghardt, Rainer, Satoshi Ikeda, Giovanni P. Gregori, Ernst K. Kunst, and Hans Scheurich, 2006. *Relativity, gravitation and theoretical physics (selected papers)*. 140 pp., Science Edition, Potsdam.
- Chapman, Sydney, 1967. History of aurora and airglow. In *McCormac (1967)*, 15-28.
- Cromie, William J., 1989. Hotspots. The roots of midplate volcanism. *Mosaic*, **20**, (4), 18-25.
- Dirac, Paul M. A., 1963. The evolution of the physicist's picture of Nature, *Sci. Am.*, **208**, (5), 45-53.
- Flammarion, Camille, 1874. *Storia del cielo* (con disegni di Bennett). 449 pp., Fratelli Simonetti Editori, Milano. Italian translation from French.

## *La concezione dell'interno della Terra*

- Francis, P., C. Oppenheimer, and D. Stevenson, 1993. Endogenous growth of persistently active volcanoes. *Nature, Lond*, 366, 554-557.
- Giberti, G., C. Jaupart, and G. Sartoris, 1992. *Bull. Volc.*, **54**, 535-541.
- Gillmor, C. Stewart, (ed.), 1986. *History of geophysics* - Volume 2. 191 pp., American Geophysical Union, Washington, D. C.
- Gohau, Gabriel, 1990. *Histoire de la géologie*. Revised English translation by Albert V. Carozzi and Marguerite Carozzi, *A history of geology*, 259 pp., Rutgers University Press, New Brunswick and London, 1990.
- Gorshkov, G. S., 1959. Gigantic eruption of volcano Bezymianny. *Bull. Volc., ser. 2*, **20**, 77.
- Gregori, Giovanni P., 1993. Geo-electromagnetism and geodynamics: "corona discharge" from volcanic and geothermal areas. *Phys. Earth Planet. Interiors*, **77**, 39-63.
- Gregori, Giovanni P., 2002. Galaxy – Sun – Earth relations. The origin of the magnetic field and of the endogenous energy of the Earth, with implications for volcanism, geodynamics and climate control, and related items of concern for stars, planets, satellites, and other planetary objects. A discussion in a prologue and two parts. *Beiträge zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik*, Band **3**, Heft **3**, 471 pp.
- Gregori, Giovanni P., 2005. Relativity, quanta, gravitation and cosmology. A discussion on the cognitive process in theoretical physics, 219 pp., *Sonderband Beitr. Gesch. Geophy. Kosm. Physik*, Science Edition.
- Gregori, Giovanni P., 2006. The Earth's interior - Myth and science. In *Schröder (2006)*, 108-126.
- Gregori, Giovanni P., 2006a. Gravitation and electric charge: two facets of the same physical reality. In *Burghardt et al. (2006)*, 25-88.
- Gregori, Giovanni P., 2009. The Earth's interior – Myth and science, *New Concepts Global Tect. Newslett.*, (53), 57-75. [Revised edition of Gregori (2006).]
- Gregori, Giovanni P., 2010. On the Pioneer anomaly and the Doppler effect. *Galilean Electrodynamics*, **21**, (3), 43-52.
- Gregori, Giovanni P., and Lucia G. Gregori, 1997. Restoro d'Arezzo and Earth's sciences in the Middle Age. In *Schröder (1997)*, 315-350.
- Gregori, Giovanni P., and Lucia G. Gregori, 2003. Archaeoastronomy and the study of global environmental change. *Riv. Ital. Archeoastron.*, 1, 3-20.
- Gregori, Giovanni P., and Lucia G. Gregori, 2004. The cycle of climate and civilisation: an exact science based on archaeoastronomy. In press in the Proceedings of the *Vulcano Workshop, May 27 – June 2, 2002, The bridge between the big bang and biology. Magnetic fields of celestial bodies: their link to life*, ed. by Franco Giovannelli, CNR, Roma.
- Gregori, Giovanni P., and Wenjie Dong, 1996. The prime Mover of volcanoes - History of a concept (in the "western" science). In *Schröder and Colacino (1996)*, 12-75.
- Gregori, Giovanni P., Gabriele Paparo, Maurizio Poscolieri, Claudio Rafanelli, and Giuliano Ventrice, 2012. Acoustic emission (AE) for monitoring stress and ageing in materials, composing either manmade or natural structures, and their precursors. *In press on an international monographic volume*.
- Gregori, Giovanni P., Maurizio Poscolieri, Gabriele Paparo, Sara De Simone, Claudio Rafanelli, and Giuliano Ventrice, 2010. "Storms of crustal stress" and AE earthquake precursors, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **10**, 319–337.
- Gregori, Giovanni P., Michele Colacino, Wilfried Schröder, and Lucia G. Gregori, 2000. Mankind vs. environment - echoes from the past, and present challenges. In *Schröder (2000)*, 302-318.

*Giovanni P. Gregori*

- Gregori, Giovanni, P., 2012. *Climate and the atmospheric electrical circuit - The electromagnetic coupling between solar wind and Earth*, (ca. 5,500 pp.) in preparation.
- Judd, Alan G., and Martin Hovland, 2007. *Submarine fluid flow, the impact on geology, biology, and the marine environment*. 475 pp., Cambridge University Press.
- Kirscher, Athansius, 1678. *Mundus subterraneus, in XII libros digestus, (editio tertia), Tomus I*, 372 pp., *Tomus II*, 516 pp., Joannem Janssonium à Waesberge & Filios, Amstedolami. Reprinted in 2004 by Arnaldo Forni Editore, Bologna, for the Museo Geologico Giovanni Capellini, Bologna.
- Krafft, Maurice, 1991. *Les feux de la Terre. Histoire des volcans*. Gallimard, Paris. English translation : *Volcanoes: fire from the Earth*, 207 pp., published by Harry N. Abrams, New York in 1993; Italian translation: *I vulcani. Il fuoco della Terra* (with additions). 192 pp., published by Universale Electa/Gallimard, Scienze, 1993.
- Krider, E. Philip, and Raymond G. Roble, (eds), 1986. *The Earth's electrical environment*. 263 pp., National Academy Press, Washington, D. C.
- Lanzerotti, Louis J., and Giovanni P. Gregori, 1986. Telluric currents: the natural environment and interactions with man-made systems. In *Krider and Roble (1986)*, 232-257.
- Lehmann, Inge, 1931. Die Bedeutung der Europäischen Stationsgruppe für die Bestimmung von seismischen Laufzeitkurven, *Verhandl. Fünften Tagung Balt. Geod. Commission*, 192-212, Helsinki.
- Lehmann, Inge, 1936. P', *Int. Geodet. Geophys. Union, Assoc. of Seismol., Publications du Bureau Central Séismologique International, série A, Travaux Scientifiques*, **14**, 87-115.
- McCormac, Billy M., (ed.), 1967. *Aurora and airglow*. 689 pp., Reinhold Publ. Corp., New York etc.
- Meloni, Antonio, Louis J. Lanzerotti, and Giovanni P. Gregori, 1983. Induction of currents in long submarine cables by natural phenomena, *Rev. Geophys. Space Phys.*, **21**, (4), 795-803.
- Meyerhoff Hull, Donna, (ed.), 1996. *Surge tectonics: a new hypothesis of global geodynamics*. 348 pp., Kluwer Academic Publ., Dordrecht, etc.
- Meyerhoff, Arthur Augustus, A. J. Boucot, D. Meyerhoff Hull, and J. M. Dickins, 1996a. Phanerozoic faunal and floral realms of the Earth: the intercalary relations of the Malvinokaffric and Gondwana faunal realms with the Tethyan faunal realm, *Geol. Soc. Am., Mem.*, (189).
- Meyerhoff, Arthur Augustus, Irfan Taner, A. E. L. Morris, W. B. Agocs, Donna Meyerhoff Hull, M. Kamen-Kaye, Mohammad Ismail Bhat, N. Christian Smoot, Dong R. Choi, 1996. *Surge tectonics: a new hypothesis of global geodynamics*, 323 pp., Springer Verlag, Berlin etc. ISBN 0792341562, 9780792341567.
- Mortari, Roberto, 2010. *I ritmi segreti dell'universo*, 336 pp., (III ed.) Aracne editrice s.r.l., Roma. The I ed. appeared in 1988, the II ed. in 1999.
- Neumann, Eric, 1949. *Ursprungsgeschichte des Bewusstseins*, Rascher Verlag, Zürich, Italian translation, 416 pp., published in 1978 by Casa Editrice Astrolabio-Ubaldini Editore, Roma.
- Ollier, Cliff D., 1981. *Tectonics and landforms*, 324 pp., Longman Publishing Group.
- Ollier, Cliff D., 2006. A plate tectonics failure: the geological cycle and conservation of continents and oceans, *Annl's Geophys., Suppl.*, **49**, (1), 427-436.
- Ollier, Cliff D., 2006a. Mountain uplift and the Neotectonic period, *Annl's Geophys., Suppl.*, **49**, (1), 437-450.
- Ollier, Cliff D., and Colin F. Pain, 2000. *The origin of mountains*, 345 pp., Routledge, London and New York.
- Perret, Frank A., 1924 . The Vesuvius eruption of 1906. *Carnegie Institution of Washington, Publication 339*, Washington D.C.

## *La concezione dell'interno della Terra*

- Pettinato, Giovanni, 1998. *La scrittura celeste. La nascita dell'astrologia in Mesopotamia*. 418 pp., Arnoldo Mondadori Editore s.p.a., Milano.
- Ronov, Aleksander Borisovich, 1982. The Earth's sedimentary shell. Quantitative patterns of its structure, compositions and evolution. The 20th V. I. Vernadskiy Lecture. *Int. Geol. Rev.*, **24**, (11/12), 1313-1388. Translated from the Russian edition of 1980 (Izd-vo Nauka, Moscow, 80 pp.). Reprinted in 1983 by the American Geological Institute as a monograph, 80 pp.
- Sapper, Karl, 1903. *Esplorazione della crosta terrestre*. Article within the encyclopaedia *Universo ed Umanità, Storia dei progressi umani nella conoscenza e nel dominio delle forze naturali*, ed. by Hans Kraemer *et al.*, vol. **I**, 17-292. Italian translation from the German, with notes by Luigi de Marchi *et al.*, printed by Casa Editrice Dottor Francesco Vallardi, Milano.
- Scalera, Giancarlo, 1999. *I moti e la forma della Terra*, 195 pp., Istituto Nazionale di Geofisica, Roma.
- Schröder, Wilfried, (ed.), 1997. Geomagnetism and aeronomy (with special historical case studies), *IAGA Newsletter 29/1997*, 1-355, Science Edition / IDCH of IAGA / AKGGKP (Arbeitskreis Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik der DDG), Bremen-Roenebeck and Potsdam.
- Schröder, Wilfried, (ed.), 2000. Long and short term variability in Sun's history and global change. *Newsletter of IDCH-IAGA*, (39), 1-363, W. Schröder (Science Edition). Bremen-Roenebeck, Germany.
- Schröder, Wilfried, (ed.), 2002. Solar variability and geomagnetism, *Beiträge zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik*, **3**, (2), 257 pp., Science Edition, AKGGKP, Bremen-Roenebeck.
- Schröder, Wilfried, (ed.), 2006. Case studies in physics and geophysics. *Beiträge zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik*, special issue (2006/2), 126 pp. (Journal for the history of Geophysics and Cosmical Physics), Science Editions, AKGG, Bremen-Roenebeck.
- Schröder, Wilfried, and Michele Colacino, (eds), 1996. Global change and history of geophysics. *Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik der DGG*, **15**, Jahrgang (1996), (1-4), 1-291, Science Edition / IDCH-IAGA / AKGGKP (Arbeitskreis Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik der DDG), Bremen-Roenebeck and Potsdam.
- Storetvedt, Karsten M., 1997. *Our evolving planet. Earth history in new perspective*, 456 pp., Alma Mater Forlag, Bergen.
- Storetvedt, Karsten M., 2003. *Global wrench tectonics*. 397 pp., Fakhbokforlaget Bergen, Norway.
- Tuckey, John W., 1977. *Exploratory data analysis*. 688 pp., Addison-Wesley Publ. Co., Reading, Massachusetts, etc.
- van Bemmelen, R. W., 1972. *Geodynamic models. An evaluation and a synthesis*. 267 pp., Elsevier Publ. Co., Amsterdam etc.
- Weisskopf, Victor F., 1983. The origin of the universe. *Am. Sci.*, Sept-Oct, 477-.
- Wezel, Carlo Forese, 1994. *Dal nero al rosso: dentro il pulsare della Terra*. 325 pp., Sperling e Kupfer, Milano.
- Wezel, Carlo Forese, 2004. *Compulsare gli archivi della Terra*. 237 pp., Boringhieri, Torino.
- Yokoyama, Izumi, 1957. Energetics in active volcanoes, 2nd and 3rd paper. *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo*, **35**, 75-106