

Dio e la Terra (prima parte)

Dio delle immensità, Signore del tempo

Questo studio on-line (diviso in due parti, di cui questa è la PRIMA, ultimata nel Luglio 2013 contemplando il meraviglioso paesaggio montano-terrestre nonché lo splendido cielo stellato della Val d'Aosta; proprio il binomio Terra-Cielo, sotto lo sguardo amoroso di Dio, è il leit-motiv del presente lavoro) costituisce la forma più lunga ed elaborata di quanto in forma breve si trova in due successivi articoli cartacei, il primo «La terra produca essere viventi» nel *Foglio* n. 402 (Maggio 2013), e l'altro **Dio delle immensità, Signore del tempo**, “Il Dio vivente ha voluto la vita, non quelle vite” a seguire nel *Foglio* 403 (Giugno-Luglio 2013).

Abbandoniamo la concezione classica, ormai obsoleta, secondo cui la natura sarebbe opera diretta della creazione divina. Dio non ha creato *direttamente* alcun ente di quelli che vediamo anche se, come già visto nei primi due articoli sul 394 e 399, *può* aver fornito l'impulso iniziale e determinato l'ontologia primaria/primigenia sulla base di un'idea-progetto probabilistico di massima e sottoposto alla contingenza storica del divenire. Il *può* è cautelativo, in quanto il Dio della “detonazione iniziale” non è esente da rischi, come testimoniato dalla “magra” figura di Galilei-Newton: secondo l'inglese «i pianeti stanno nelle loro orbite grazie alla legge di gravità, ma essi non potrebbero, inizialmente, ricevere la posizione regolare delle orbite da queste leggi» (la dimostrazione dell'esistenza di Dio servita su un piatto d'argento: l'argomento a posteriori per l'esistenza di Dio riceveva un forte impeto dalla più prestigiosa teoria scientifica [allora] mai avanzata dall'uomo; Mauro Dorato, *Il software dell'universo*, Bruno Mondadori Ed. 2000, p. 66; d'ora in poi citato con Dorato 2000...). Il pisano sulla stessa linea riteneva infatti che Dio avesse sistemato i pianeti tra loro distanziati nella giusta misura *spingendoli/lanciandoli* fino al raggiungimento della loro corretta velocità orbitale per poi cessare da qualsiasi intervento-azione (il che oggi ci strappa un sorriso affettuoso, come ci fa sorridere in Keplero la teoria dei solidi platonici iscritti e circoscritti a sfere concentriche allo scopo di spiegare le distanze dei pianeti). Ma possiamo correre il rischio attribuendo a Dio le condizioni iniziali dell'universo, astratte come il *dono dello spazio-tempo, delle sue leggi e caratteristiche*, che non sono inerti come pensava tutta la fisica pre-relativistica.

1. Gravità ed Energia oscura

E' una legge anche quella della gravità, che secondo la teoria della relatività generale di Grossmann-Einstein (1916) è strettamente interconnessa con lo spazio-tempo, anzi la gravità è uno spazio-tempo curvo tout court. A mo' di riassunto generale, nel caso di curvatura quasi nulla (spazio-tempo praticamente piatto) abbiamo il moto inerziale (quasi rettilineo-uniforme), che negli spazi siderali “vuoti”, tra una stella e l'altra [come tra noi e Proxima Centauri, a 4,4 anni-luce, e Sirio, a 8 anni-luce] procede appunto per inerzia senza bisogno di alcun motore che spinga (idea, anche a scuola, non immediatamente digeribile).

[Il tipico svarione si trova anche nel film Apollo 13, quando nel viaggio di andata verso la Luna, a causa dello scoppio di un serbatoio nel modulo di servizio, nel centro di controllo di Houston nel Texas si pongono il problema: «Li facciamo tornare indietro subito, o tramite una circumnavigazione della Luna?». La seconda era l'unica possibile, poiché a bordo non avevano l'enorme quantità di combustibile necessaria per tenere acceso parecchio tempo il motore davanti, nel senso contrario di marcia a mo' di retrorazzo, onde effettuare *in primis* una frenata azzerante gli 11 Km/s (circa 40.000 km/ora, la seconda velocità cosmica, quella necessaria per sganciarsi dall'orbita terrestre; per la precisione erano un po' di meno perché, pur lasciando la Terra, essa ti “frena” abbassando la tua velocità di sgancio). Ma che ha in testa la prima ipotesi, pensa (erroneamente) che durante il tragitto Terra-Luna ci sia un motore che spinga in continuazione; e che quindi basti fare una virata anche molto ampia per tornare indietro.

Trovandosi poi nella zona di Lagrange in cui l'attrazione (in senso newtoniano) di Terra e Luna si pareggiano, sarebbe poi stata necessaria un'ulteriore spinta per ritornare verso la Terra. Fuori dall'atmosfera e senza ali (ma anche se l'Apollo le avesse avute non cambiava nulla) non si può sfruttare l'attrito dell'aria per agire sugli alettoni alari e sul timone per invertire la rotta. Nello spazio non si vira come un aereo, e non c'è nessuna *cloche*; si possono solo usare i piccoli motorini laterali per correggere leggermente la rotta-traiettorie. Il film fa pure sentire nello spazio circostante lo scoppio del serbatoio, anche se senza l'aria non ha luogo alcuna trasmissione sonora].

I nostri due Voyagers, che hanno ormai lasciato il sistema solare nella loro missione finale inter-stellare, stanno viaggiando ad una velocità quasi costante e rettilinea (a livello locale, perché a livello più ampio sentono la curvatura a grande scala della nostra galassia, quella che fa compiere al Sole un giro completo della Via Lattea in 220 milioni di anni; quindi lo ha fatto sinora “solo” una ventina di volte). Per la verità hanno subito una certa *accelerazione* a prima vista inspiegabile. La soluzione più semplice era dovuta alla spinta del vento solare [particelle cariche, come i protoni, che il Sole spara ben oltre l'orbita di Nettuno-Plutone; quando esso cessa, nell'elio-pausa, si può considerare finito il sistema solare] contro la grande antenna parabolica dei Voyagers, che ora non sentono più perché usciti dal nostro sistema stellare. Più sofisticato è invece attribuirlo all'energia “oscura” di cui sarebbe pervaso l'universo soprattutto negli spazi vuoti siderali; non si tratterebbe però dell'energia normale (cfr più sotto nella parte in rosso), bensì in gran parte di un'energia “repulsiva”: mentre l'energia normale crea gravità (e quindi frena), questa creerebbe anti-gravità e quindi farebbe accelerare, come per le nostre due sonde ma soprattutto per l'espansione dell'universo che pare accelerare (invece di essere parzialmente frenata dalla gravità dei super-ammassi).

[Ma l'energia oscura è un'altra storia: se sarà confermata, testimonia comunque ciò che stiamo per trattare, ossia l'estrema effervescenza dello “spazio” tutt'altro che inerte, bensì causalmente attivo, che agisce sul resto ma è pure “agito” dalla materia-energia (così anche il tempo). Per Einstein non può esistere, in linea di principio, una cosa che solo attivamente agisce senza anche subire, o viceversa. Nell'originaria teoria del 1916, dato che l'universo era ancora considerato statico (non si conosceva la sua espansione che è stata rilevata per la prima volta nel 1929 dall'astrofisico statunitense Edwin Hubble, da cui la costante di Hubble ed il telescopio spaziale a lui dedicato), per impedire che esso collassasse su se stesso sotto l'effetto della gravità, Einstein aveva introdotto di brutto nelle equazioni la costante repulsiva λ (lambda): lo definì il più grave errore della sua vita, perché basta l'espansione ad impedire il collasso.

E' lo stesso motivo per cui il cielo notturno è buio; se l'universo fosse statico, dopo che è arrivata la luce delle stelle più vicine che continuano ad "illuminarci", dovrebbe via via arrivare in sequenza quella delle stelle più lontane e poi lontanissime, col risultato che il cielo notturno dovrebbe sempre più illuminarsi sin quasi "a giorno". Ciò non succede perché è l'espansione dell'universo ad impedirlo.

Ci sono due possibilità di giudizio: se l'energia oscura repulsiva dovesse essere confermata, il fisico di Ulm ha avuto invece ragione (si sorvola sull'anacronismo); oppure la "cantonata" rimane perché sarebbe anacronistico salvarlo contando sulla pura fortuna di una casuale e "apparente" coincidenza emersa molto dopo in condizioni teoriche completamente diverse. Oppure ancora, una via di mezzo: Einstein ha avuto ragione nell'individuare il problema (un universo statico non si regge), ma si è "inventato" una soluzione inopportuna].

Tornando a noi, l'inerzia è un caso particolare della gravità: tutti i corpi sono da considerarsi "in caduta libera", in "corsa" libera, senza nessuna forza attrattiva che li tiri giù, li faccia curvare o li faccia girare in tondo; essi percorrono o uno spazio piatto (andando per noi in linea retta) od uno spazio curvo seguendo i binari, le geodetiche incurvate già tracciate di tale spazio, che a noi appaiono come una deviazione dalla linea retta. Ma essi seguono sempre la traiettoria "più diritta e libera possibile", come sulla superficie sferica della Terra [non è possibile perforarla viaggiando sotto terra o passando per il suo centro].

2. Due cose "inutili" fanno una superlativa teoria

Ma cominciamo ad entrare nell'equazione di campo di Grossmann-Einstein; se proprio le equazioni hanno estromesso i filosofi dal dibattito scientifico o di filosofia naturale, è importante cercare di capirne qualcosa per recuperare almeno in parte la separazione-divaricazione fra le scienze naturali e quelle dello spirito. Ancora Newton aveva intitolato la sua opera fondamentale *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, quando le due scienze erano ancora tutto sommato unite. Oggi ammiro molto i veri filosofi della scienza (come Dorato, Boniolo ecc.) che hanno la doppia competenza (oltre che la laurea) sia in fisica e sia in filosofia [per un teologo-filosofo come il sottoscritto, la sola idea di iscriversi alla facoltà di fisica fa venire i brividi da capogiro, come per un fisico iscriversi a filosofia]. Quindi è fondamentale leggere ed ascoltare questi "giganti" del pensiero odierno, che oltre a conoscere alla perfezione la storia della filosofia, ti sanno presentare e spiegare la fisica, comprese le equazioni. Senza questo background non si può fare filosofia della scienza, in particolare senza dominarne anche il formalismo matematico: coloro che fanno filosofia della scienza solo per concetti senza capire quasi nulla di matematica sono ingenui e superficiali, col rischio di dire solenni scemenze e fesserie [è strano e stucchevole che nei licei classici e nelle facoltà umanistiche ancora quasi ci si vanti di non capire nulla di matematica; di solito non ci si vanta della propria ignoranza, in qualsiasi campo, ma al limite la si deplora. Il meccanismo psicologico è tuttavia fin troppo chiaro: si rimuove lo smacco di non capire trasformandolo in un pregio]. Personalmente ho fatto un certo sforzo per capire il formalismo della relatività ristretta (tutto sommato, col senno di poi, relativamente facile), ma mi appoggio a Mauro Dorato (e Giovanni Boniolo) per la relatività generale, in quanto non riesco a seguirne in profondità il calcolo differenziale assoluto (o tensoriale).

Per il contributo fondamentale dell'ungaro-svizzero Marcel Grossmann alla matematica, ossia al calcolo tensoriale suddetto usato in relatività generale, è giusto ricordarlo assieme al suo grande amico e compagno di scuola Albert: non è carino citare sempre e solo Einstein. Sir Arthur Stanley Eddington organizzò la famosa spedizione durante un'eclisse di Sole nel 1919, nella quale si osservò che i raggi provenienti da una stella erano effettivamente incurvati dalla massa gravitazionale del Sole; ma non perché il Sole li attiri, bensì perché la massa del Sole, emettendo onde gravitazionali (come un grosso sasso lanciato nello stagno lo increspa con delle onde da esso divergenti), determina intorno a sé uno spazio-tempo curvo. Tante altre conferme della teoria si sono poi succedute, a partire dalla previsione corretta dell'avanzamento secolare del perielio di Mercurio, che è dato dalla formula seguente, la cui prima parte è al numeratore e la seconda (dopo lo / che segnala la divisione) al denominatore. a è il semiasse maggiore dell'orbita, T il tempo di rivoluzione del pianeta (il suo anno) espresso in secondi, c la consueta velocità della luce, ed e lo schiacciamento (eccentricità) dell'orbita ellittica. Il risultato dà lo spostamento in secondi d'arco del perielio ad es. di Mercurio (ma vale di ogni pianeta) nel senso della direzione del moto ad ogni orbita di:

$$24 \pi^3 a^2 / T^2 c^2 (1 - e^2)$$

In Mercurio la cosa è più accentuata essendo il più vicino al Sole; la rotazione è di 43 secondi d'arco per secolo (come osservato dagli astronomi).

[Essendo i più vicini al Sole, Mercurio e Venere, oltre all'avanzamento più accentuato del loro perielio (è un *posticipo*, non un anticipo come erroneamente si dice con "*precessione del perielio*", per attrazione della corretta invece *precessione* degli equinozi), hanno anche un'orbita più inclinata rispetto al piano di rivoluzione della Terra (come la Luna). Se così non fosse, avremmo eclissi di Luna e di Sole ogni mese, come pure molto più frequentemente il transito di Venere davanti al Sole (come un pallino nero). Ma così non è: quindi le eclissi sono molto più rare, ed il prossimo transito di Venere, dopo quello del Giugno 2012, sarà nel 2117].

Orbene all'astrofisico inglese (Eddington) è attribuita la seguente battuta: «Dicono che siano in tre ad aver capito e a saper risolvere le equazioni della relatività generale: mi chiedo chi sia il terzo!». Ma si tratta di una leggenda metropolitana per esaltare la grandezza della teoria e le difficoltà di soluzione delle equazioni; infatti il calcolo tensoriale (o differenziale assoluto) usato da Grossmann-Einstein è stato inventato dagli italiani, dalla scuola di matematica (e geometria) di Gregorio Ricci Curbastro e Tullio Levi Civita. Quest'ultimo ne pubblicò un estratto fondamentale su una rivista tedesca (credo in francese, *Méthodes de calcul différentiel absolu*) che Grossmann vide ed utilizzò per la nuova teoria.

Quindi ben più di tre, ossia un'intera scuola di matematici italiani era ed è in grado di risolvere le equazioni, la cui forma succinta e stringata è la seguente:

$$G_{ab} = 8\pi T_{ab}$$

Gli indici ab in entrambi i lati segnalano che in ambedue è presente il tensore metrico g_{ab} (cfr più sotto). A sinistra del segno di uguaglianza c'è il tensore di Einstein G , che è il frutto di una lunga elaborazione ottenuta a partire dalla curvatura di Riemann e dal tensore di Ricci R_{ab} (appunto l'ideatore del calcolo tensoriale, applicato soprattutto alla geometria). Sono tutti termini che esprimono le proprietà metriche della varietà

riemanniana, ossia la curvatura dello spazio-tempo (Mauro Dorato, *La filosofia dello spazio e del tempo*, in «La natura delle cose», Carocci editore 2005, 15-137, pp. 112-114; d'ora in poi Dorato 2005).

Georg Friedrich Bernhard Riemann aveva elaborato una geometria curva, partendo dalla negazione del V postulato di Euclide (quello delle parallele); si era tentato per secoli di dimostrarlo, ma invano. Ora una delle tecniche di dimostrazione di un presunto teorema è quello di negarlo (ipotesi, ragionamento per assurdo) per poi andare incontro alle contraddizioni che lo “dimostrano”. Ma andando parecchio avanti per scovare le contraddizioni senza trovarle, ne è nata una geometria curva, non euclidea, che all'inizio sembrava inutile, cioè non servire a nulla in pratica (considerato fino ad allora poco più di uno stravagante esercizio intellettuale).

Anche il calcolo tensoriale all'inizio era perfettamente inutile, un puro esercizio di diletto geometrico-matematico per il proprio gusto astratto: orbene, unendo due cose sino ad allora inutili ai fini pratici (il calcolo tensoriale con la geometria curva di Riemann), ne è nata una delle più grandi teorie della storia della scienza, quella di Grossmann-Einstein.

Ne deriva un insegnamento anche per i programmi scolastici: prima di abolire una cosa o una materia (o parte di essa, come la teoria darwiniana in biologia) perché considerata inutile ai fini lavorativi, bisogna riflettere attentamente e procedere con grande discernimento e cautela, poiché la cultura non deve sempre, necessariamente e immediatamente avere delle ricadute pratiche.

Una nuova conferma è venuta dal sistema binario denominato PSRJ0348 + 0432, a circa 7000 anni-luce nella costellazione del Toro, composto da una stella di neutroni e da una nana bianca (cfr il par. 2.2 sulla fine delle stelle). La prima è infatti una Pulsar che ruota su se stessa 25 volte al secondo con una massa pari al doppio di quella del Sole ma concentrata in appena 20 km di diametro [è la densità che conta] con un campo gravitazionale 300 miliardi di volte più potente di quello terrestre. L'analisi dell'emissione radio della pulsar, e della luce visibile emessa dalla nana bianca che le orbita intono in appena 2,5 ore, ha permesso di scoprire una diminuzione del periodo orbitale di appena 8 milionesimi di secondo all'anno. Ciò è consistente con l'emissione di onde gravitazionali del complesso binario, con la conseguente perdita di energia del sistema come previsto dalla relatività generale (cfr Emiliano Ricci, in «Le Scienze», Giugno 2013, p. 24). Questo potrebbe essere *uno* (non l'unico) dei motivi per cui la Luna si allontana di 4 centimetri all'anno; le onde gravitazionali emesse dalla Terra, che determinano la curvatura variabile dello spazio-tempo [più accentuata sulla e nei pressi della Terra, tendente al piatto man mano che ci si allontana nello spazio], fanno perdere (anche se poca) energia al sistema: di conseguenza la curvatura si allenta, soprattutto intorno ai 400.000 km di distanza (ove si trova la Luna), ed il nostro satellite tende a “scappare”. Per questo è aperta la caccia alle onde gravitazionali (non ancora individuate perché deboli e difficili da rilevare dagli strumenti utilizzati sinora) ed alla relativa particella del “gravitone”, per cui è previsto lo spin intero 2.

Per la verità anche la Luna emette onde gravitazionali (che ad es. causano le nostre maree), perdendo energia; è l'intero sistema Terra-Luna che perde energia. Non è esatto affermare che la Luna gira intorno alla Terra (genericamente e divulgativamente, come facciamo anche noi, può andare): per la precisione entrambe ruotano attorno al comune centro di massa il quale, essendo la massa del nostro pianeta decisamente più grande di quella selenica, è situato *all'interno* della terra (a 4500 km dal centro) verso la sua *superficie* (circa a 1700 km da essa). Per questo la Terra, orbitando attorno a tale centro,

oscilla su se stessa come una trottola. Un caso analogo è costituito dal sistema Plutone-Caronte: essendo il pianeta (nano) non troppo più grande del suo satellite, il comune centro di massa è situato più vicino a Plutone ma decisamente al suo esterno, rendendo la cosa visibilmente più chiara.

Una misurazione così precisa della distanza della Luna è resa possibile dagli strumenti riflettenti (diciamo degli “specchi”) lasciati sul suolo lunare nelle missioni Apollo: il raggio laser lanciato da Terra viene riflesso (rimbalzando) e ritorna sul nostro pianeta permettendo la precisione suddetta [sulla base del tempo impiegato nel viaggio di andata e ritorno, misurando le differenze annuali in miliardesimi di secondo..]. Gli “specchi” lasciati significano, fra l’altro, che gli allunaggi sono avvenuti: non possono perciò aver recitato la “commedia” per sei volte, e comunque i suddetti strumenti andavano piazzati, e non semplicemente paracadutati dall’orbita lunare.

2.1 Astrologia mendace: un Cancro per soli 30 minuti

L’influsso sulle maree è l’unica azione dimostrata della Luna sul nostro pianeta; tutte le altre dicerie (ad es. in una determinata fase lunare bisogna seminare o imbottigliare il vino) non hanno sinora trovato il benché minimo riscontro. Rientravano nel quadro mitico secondo cui gli astri, ruotando tutti intorno alla Terra immobile al centro, influenzano la nostra vita terrestre. E’ tuttora il cuore dell’astrologia e degli oroscopi [che imperversano nei rotocalchi ma anche sulla RADIO e TV nazionale]: in questo periodo ad es. (primavera-estate 2013) Saturno è nella Vergine, dal che gli astrologi fanno previsioni favorevoli o infauste per chi è di tale segno. Ma chi sono oggi i nati nel segno della Vergine, ossia per definizione quelli nel cui giorno di nascita il Sole era in tale segno zodiacale? La classica suddivisione seccamente mensile dei 12 segni, che vanno dal giorno 22-23 di un determinato mese al 21-22 di quello successivo, riflette grosso modo la situazione astrale di 2000 anni fa, e quello che dicono oggi gli astrologi sarà di nuovo valido fra circa 24.000 anni!!

I segni dello zodiaco che conosciamo sono quelli descritti da Tolomeo nel II secolo d.C., che riprende le tradizioni originarie *sumerico*-babilonesi, in particolare per i simboli animali attribuiti alle costellazioni. Non si tratta solo del fatto che il nostro cervello tende a individuare una forma, sulla base delle raffigurazioni di enti (cose, animali o persone) già conosciuti, in un contesto a prima vista informe e caotico; i segni zodiacali hanno anche un rapporto col periodo stagionale in questione. L'ariete corrisponde alla spinta propulsiva d'inizio anno all'equinozio di primavera [anche a Roma l'anno cominciava il 1° Marzo, da cui i mesi Settembre, Ottobre, Novembre e Dicembre, che hanno mantenuto la loro denominazione relativa al fatto che si trattava rispettivamente del 7°, 8°, 9° e 10 mese, diversa da quella attuale]. Era la primavera ad ispirare il senso dell'inizio, con la vita delle campagne che rinasceva e il nuovo inizio dell'agricoltura; l'antichissima festa della Pasqua era appunto la festa della primavera, da cui l'uovo di pasqua come simbolo della nascita-rinascita (il simbolo dell'uovo è estraneo e anteriore ai riti pasquali ebraico-cristiani). Il gambero che indietreggia nel cancro rappresenta la ritirata del Sole dal suo punto più settentrionale e più alto raggiunto nel solstizio d'estate (solstizio, da *Solis statio*, la “fermata” del Sole che raggiunge il punto più alto, si “ferma” e poi torna indietro). Il leone rappresenta il focoso caldo estivo (da cui l'espressione “Solleone”); la bilancia corrisponde all'equilibrio tra notte e giorno nell'equinozio d'autunno; 12 ore di luce, 12 ore di buio su tutta la Terra dai poli all'equatore, così come nell'equinozio di primavera). Il declino del sole è ricordato dallo scorpione, simbolo di oscurità; l'acquario portatore

d'acqua corrisponde alla stagione piovosa che in Egitto comportava l'annuale inondazione del Nilo; i pesci simboleggiano il ritorno alla vita...ecc].

Data la precessione degli equinozi, oggi tutti i segni, relativi a qualsiasi individuo, sono da arretrare-anticipare a quello precedente, poiché il Sole attraversa un determinato segno circa un mese dopo rispetto a duemila anni fa: ad es. nel periodo di giugno-luglio tutti pensano che il Sole sia nel Cancro, mentre rimane nei Gemelli sino al 20 luglio (cfr la tabella 5 A). Relativamente alla saga del rampollo del Regno Unito, il box a p. 12 della Stampa di Mercoledì 24 Luglio 2013 riporta quanto segue: «Per una manciata di minuti, il bebè reale è nato sotto il segno del Cancro. Particolare non da poco, almeno secondo gli astrologi, scatenati dal primo minuto del travaglio di Kate. Essendo nato alle 16,24 [del 22 Luglio], quindi mezz'ora prima delle 16,54 (momento in cui si sarebbe entrati nel segno del Leone), il bimbo è un cancro, come anche il padre William e la nonna Diana...». La diatriba tra Cancro e Leone avrebbe avuto senso 2000 anni fa; se vogliamo, il Royal Baby è un Cancro per un pelo, ma per una ragione ben diversa: se fosse nato un paio di giorni prima sarebbe addirittura stato del segno dei Gemelli [per completezza, il Sole è nel Cancro sino al 9 Agosto; solo per S. Lorenzo entra nel Leone; per essere del Leone il bebè regale sarebbe dovuto nascere a partire dal 10 Agosto: in tal caso, a motivo delle stelle cadenti, avremmo sentito ulteriori fesserie].

E' proprio il caso di citare l'aforisma di Einstein: «Due cose sono infinite: l'universo e la stupidità umana; ma sulla prima ho qualche dubbio» (un giusto dubbio perché l'universo in espansione ha raggiunto una grandezza vertiginosa, ma non infinita; fra l'altro non si espande in uno spazio vuoto pre-esistente, ma si crea lo spazio nel suo dilatarsi).

Che il royal baby sia un *cancro* e *non* un *leone* per gli astrologi, si presta ad un secondo velenoso senso: tutta questa *chiacchiera e curiosità* (mirabilmente immortalata da Heidegger nelle celebri pagine di *Essere e tempo* dedicate all'esistenza non-autentica, in cui spiega anche il perché risultino così attraenti e attaccaticce, per cui abbiamo ancor oggi le grandi tirature dei rotocalchi-gossip; UTET, TO 1986², pp. 269-285), che ha imperversato nei mass-media, è stata veramente un “cancro” distruttivo e annientante per l'esistenza autentica, una deiezione alienante verso le “sirene”; è il famoso impero del *si-stesso*, non del vero se stesso (Ivi, pp. 199-220).

[Un esempio a cui ho partecipato anni fa in prima persona: Orietta Berti ha fatto per la prima volta da madrina, per tutta la cerimonia sorridente e rilassata, al battesimo di un parente, a cui era stato ovviamente invitato anche un reporter di una nota rivista-gossip. Orbene l'articolo comparso sul primo numero utile del rotocalco, con l'accattivante titolo di *Una lacrima sul volto di Orietta*, era tutto orchestrato e giocato sul fatto che la cantante non potesse avere figli].

Per questo ci è piaciuta la copertina (prima pagina) del *Private Eye*, completamente bianca, di forte impatto, col laconico titolo “WOMAN HAS BABY”, “Una donna ha avuto un bambino”; l'ironia coglie nel segno, alludendo a tutti i parti di quel giorno, e distruggendo l'ideologia che il neonato sia un principe “leonino” superiore agli altri. Io aggiungo che è amato da Dio come tutti i bambini che vengono alla luce; e se c'è una preferenza da parte di Dio, essa va sicuramente ai più poveri e svantaggiati, sia fisicamente e sia socialmente, come quelli visitati in questi giorni di fine-luglio 2013 da Papa Francesco nelle favelas di Rio.

Che senso ha oggi la monarchia? Nessuno. Ma proprio ciò che non ha senso imperversa riempiendo la testa e il cuore delle persone (come l'astrologia); recentemente un re dei paesi bassi ha abdicato in favore del figlio con sublime amore paterno ed apparente

magnanimità: si dà però il caso che l'abbia fatto per sottrarlo, in quanto monarca, all'esame del DNA per gli eventuali figli sparsi per il mondo.

Ad es. chi veniva alla luce nella seconda metà di agosto o nella prima di settembre nasceva effettivamente 2000 anni fa nel segno della Vergine. Ma in epoca contemporanea (cfr la tabella 5 A in fondo), chiunque sia nato in tale periodo in qualsiasi anno del secolo scorso, nasce ed è “ancora” nel e del segno del Leone (vi rimane, come già accennato, dal 10 agosto al 15 settembre, per un mese abbondante), poiché oggi il Sole passa nel segno della Vergine solo il 16 settembre, e vi resta ben un mese e mezzo sino al 30 ottobre. Di conseguenza, per gli attuali viventi, coloro che sono nati dal 23 al 29 ottobre pensano sì di essere degli scorpioni, ma devono arretrare di ben *due* segni, poiché non sono nati nemmeno nel segno della Bilancia (che scatta il 31 ottobre) bensì nel loro *dies natalis* il Sole era ancora nella Vergine!

Il sottoscritto, nato il 10 marzo 1950, ha sempre pensato fino a non molto tempo fa di essere del segno dei Pesci; ma in effetti sarei un acquario, perché il Sole è entrato nel segno dei Pesci due giorni dopo la mia nascita (il 12 marzo). Di questo guazzabuglio non me ne importa quasi nulla, ma ho fatto lo “spiegone” per smascherare nel migliore dei casi l'imprecisione degli astrologi, se non la loro reticenza, per non dire la mendacità. Infatti essi non tengono conto che nella prima quindicina di dicembre il Sole è nella costellazione di Ofiuco (il serpentario, dal latino *Ophiucus*, dal greco *Οφιουχος*, composto da *Οφις* (attico), *Οφιος* (ionico), *Οφεις* (poetico) + *εχω* (il verbo “avere”), quindi «chi ha, tiene, porta il serpente»); ciò avviene nella fase di passaggio dallo Scorpione (in cui rimane una sola settimana, dal 23 al 29 novembre; è la meno estesa delle costellazioni, mentre la più estesa è la Vergine, in cui, come già detto, il Sole rimane un mese e mezzo) al Sagittario in cui entra il 17-18 dicembre: tutti quelli che sono nati durante le vacanze di Natale pensano di essere dei capricorni, mentre invece sono sagittari. Gli astrologi ignorano (o fanno finta di ignorare) Ofiuco perché in tal modo le costellazioni dello zodiaco salirebbero da 12 a 13, scombinando il numero classico e tradizionale considerato sacro e perfetto.

2.1.1 Due triangoli estivi

Per quanto detto sopra si fa riferimento, secondo la consuetudine, all'anno 2000; per chi è nato prima (o dopo) la differenza è di poche ore. La precessione degli equinozi è talmente lenta che l'aggiornamento si fa solo ogni 50 anni (il prossimo nel 2050; anche se, data la moltitudine e la complessità dei dati da ritoccare, si comincerà a lavorare alacremente già nel 2026, sempre calibrandoli sul futuro 2050). La rotazione completa dell'asse terrestre avviene infatti in circa 26.000 anni; ma è il mezzo giro di 13.000 che ci interessa, poiché porta all'arretramento degli equinozi e dei solstizi di 6 mesi, invertendo totalmente le stagioni: ad es. fra circa 13.000 anni, nel periodo di Giugno-Luglio, nel nostro emisfero boreale comincerà l'inverno (l'estate in quello australe) e fra circa 12.000 la nuova polare sarà Vega, così come lo è già stata circa 14.000 anni fa. Tra l'attuale polare (nell'Orsa minore o Piccolo Carro, a 45 gradi) e Vega (nella Lira) si snodano la gamma, beta ed alfa della costellazione di Cefeo, rispettivamente le prossime polari fra 2000, 4000 e 6000 anni. Al di sotto di tale linea curva (diciamo a 40 gradi) abbiamo da una parte la riconoscibilissima Cassiopea (quella a forma di W) e dall'altra il Cigno con all'interno l'altrettanto riconoscibile Croce del Nord sul cui asse maggiore si trova Deneb [cfr il par. 9.4.3 nella seconda parte; Deneb, assieme a Vega ed Altair (nell'Aquila), costituisce il famoso triangolo estivo]. Sempre tra la Lira (Vega) e la parte alta dell'Orsa Minore (la

beta e la gamma ben distanziate dalla Polare), si può ammirare in queste belle notti dell'estate valdostana l'estesa costellazione del Dragone.

Quasi tutti sanno che per trovare la polare basta partire dalle due stelle inferiori del Gran Carro (Orsa Maggiore), e prolungarne il segmento di 4 volte verso l'alto a destra; l'allineamento non è perfetto, ma sufficiente per raggiungere lo scopo. Meno conosciuto invece lo stratagemma per trovare Vega: basta prolungare il segmento delle due stelle immediatamente superiori, sempre nel Gran Carro, nella medesima direzione ma del doppio, 8 volte e forse più. Questo allineamento con Vega è quasi perfetto in prima serata: poi si disallinea poiché l'indubbia torsione del Gran Carro (circum-polare; non tramonta mai) non riesce a seguire lo spostamento di Vega verso il "tramonto" assieme a tutta la volta celeste.

Tornando a Saturno nella Vergine (ma vale anche del Sole), ciò significa che ha luogo un semplice allineamento prospettico [come un aereo od un satellite che passa attraverso l'Orsa Maggiore] fra un pianeta del nostro sistema a noi vicino (1 ora-luce, distanza oscillante fra un miliardo e un miliardo e mezzo di km; per il Sole ancor meno, 150 milioni di km) e le stelle della costellazione della Vergine: tralasciando la principale "Spica" a 262 anni-luce e considerando anche solo quelle più vicine come la beta e la gamma a 36 e 39 anni-luce, abbiamo 1 ora contro circa 40 anni-luce, ossia le stelle della Vergine sono 350.000 volte più distanti del signore degli anelli. E' come dire, puntando il dito in direzione del nostro satellite o verso una catena montuosa distante, che esso è di fianco alla Luna o sulla montagna. Ma come si fa a trovare Saturno sin dalla prima serata? Prima bisogna individuare Arturo, la stella della primavera nella costellazione di *Bootes* [in latino bovato, bifolco], la prima a comparire assieme a Vega [prescindendo dal pianeta Venere che di sera ci accompagnerà per i prossimi mesi passando dal Cancro nel Leone, poi nella Vergine, anticipando gli stessi spostamenti "apparenti" del Sole]. Basta stare attenti alle prime due stelle che compaiono quasi in *simultanea* [intorno alle 21,40 legali nel periodo di fine-luglio 2013, ed alle nostre latitudini: Nord-Italia, 45° parallelo, esattamente a metà strada fra l'equatore e il polo. E' per questo motivo che la stella polare è a 45 gradi, a metà strada fra lo Zenit e l'ultimo leopardiano orizzonte].

Siamo nel momento del *pareggio* fra Arturo, la stella della primavera, e Vega, la stella dell'estate, che sorgono insieme ed hanno lo stesso splendore: in primavera era Arturo a primeggiare, comparendo prima e con una luminosità apparente maggiore; nel prosieguo dell'estate sarà invece sempre più Vega a prevalere.

Oppure si aspetta un attimo la comparsa del Gran Carro (una parte dell'Orsa Maggiore), e si segue la curvatura del suo timone verso l'esterno (Ovest) sino a raggiungere Arturo. Proseguendo, oltre Arturo, verso il basso su tale (immaginaria) linea curva, si incrocia appunto Spica (nella Vergine); orbene, in questo periodo, sulla sinistra di Spica brilla l'ospite Saturno, che compare qualche minuto *dopo* Arturo e qualche minuto *prima* di Spica. Oltre al suddetto triangolo dell'estate (Vega, Deneb, Altair), abbiamo il triangolo quasi isoscele Arturo-Saturno-Spica (o Spiga).

Spiga è famosa dai tempi di Galileo: egli aveva un ottimo strumento per quei tempi, perché aveva contattato e messo sotto pressione molti vetrai di Venezia (e delle isole viciniori) per avere delle lenti quasi perfette (naturalmente costose). Ma quelli che, in seguito alla pubblicazione del *Sidereus Nuntius*, si misero a guardare il cielo con dei cannocchiali di basso livello, vedevano Spiga doppia o tripla; da qui il dubbio sul potere visivo reale dello strumento (non erano tutti scettici e o in mala fede).

[Il passaggio da Spica a Spiga riflette la tendenza delle sub-occlusive *sorde* (*c, t, p,*) a diventare sub-occlusive *sonore* (rispettivamente *g, d, b* e poi al limite *v*, come in Aprile, Abril(e), Avril), ed eventualmente poi a cadere. E' particolarmente tipico delle lingue-dialetti a substrato gallico-celtico, come in francese (Gallia transalpina), in piemontese (Gallia subalpina), e in emiliano (Gallia cisalpina), ma anche in castigliano e catalano: dal latino *vita* a *vida*, sino alla moderna *movida*. Alcuni esempi: Dante dice ancora “foco”, che poi ha classicamente dittongato nel toscano-italiano “fuòco”, ma solo quando porta l'accento tonico; non così in “focàle” e “focòso”, poiché l'accento è spostato in avanti. Con la classica caduta della vocale finale, in emiliano abbiamo “fog” : la *c* è diventata *g*, per poi cadere sia in piemontese e sia in francese (*feu*; come la caduta della *t/d* in “vie”, *vita*). Stessa cosa con la dantesca *rota*: ha dittongato in italiano (*ruòta*, ma non in “rotàle” o “rotòndo”), è diventata *d* in emiliano (*roda*), ed è caduta in piemontese (*roa*). Nel piemontese *spì* è caduta anche la *g* di spiga con la sua vocale finale, ossia l'intera sillaba finale o post-tonica, il che è tipico dei dialetti gallici].

2.2 La fine delle stelle

Tornando a cose più serie dell'astrologia, stelle di neutroni e nane bianche fanno riferimento alla fine delle stelle, che nascono, si sviluppano e muoiono contraddicendo l'immutabilità dei cieli aristotelici. Tuttavia già nell'antichità una stella cambiava “bruscamente” di luminosità smentendo il dogma dello Stagirita: per questo fu chiamata Algol (in arabo la stella “del diavolo”, la *beta* nella costellazione di Perseo), come se fosse opera del demonio. Oggi sappiamo il perché: si tratta di un sistema binario, come quello descritto sopra a proposito della Pulsar e come più del 50% dei sistemi dell'universo, di due stelle che ruotano l'una intorno all'altra su un piano (cosa abbastanza eccezionale) perfettamente allineato con la Terra. Quando una passa davanti all'altra (in linea col nostro pianeta), la oscura. Da qui il cambio repentino di luminosità. Sono un sistema doppio anche Sirio (sarà ben visibile quest'autunno-inverno), e la splendente Mizar nel timone del Gran Carro (Orsa Maggiore): per distinguere Mizar A da Mizar B basta un piccolo telescopio anche nelle città con inquinamento luminoso. Ma nel sistema multiplo c'è pure vicino la gemella binaria Alcor, che è visibile anche ad occhio nudo per chi ha la vista aquilina; tanto che era una prova per valutare la capacità visiva già nell'antichità: ad essa infatti venivano sottoposti gli aspiranti a diventare guardie dell'imperatore nei paesi arabi. Se uno non ha gli occhi di lince, per vedere Alcor leggermente sopra Mizar, basta ovviamente un buon binocolo.

La fine delle stelle è di 4 tipi:

I) Le stelle piccole e medie come il nostro Sole, dopo essere diventate giganti rosse, si spengono in nane bianche (così farà la nostra stella, che è ora a metà della sua vita, fra circa 5 miliardi di anni). In passato il Sole era considerato una stella piccola, perché i telescopi di allora vedevano solo stelle grandi, al cui confronto la nostra appariva piccola. Coi telescopi attuali vediamo invece miriadi di stelle anche piccole, dal che abbiamo capito che il nostro Sole è una stella media.

II) Le stelle più grandi finiscono in stelle di neutroni: se consideriamo un neutrone (0 di carica elettrica) come composto da un protone (+ 1) e da un elettrone (- 1) le cui cariche si annullano, la gravità su quegli astri è talmente forte che gli elettroni orbitanti intorno all'atomo si schiacciano contro i protoni del nucleo atomico. Così diventano tutti neutroni, da cui appunto il nome “stelle di neutroni”, che in genere ruotano vorticosamente su se stesse, emettendo dai poli (magnetici) dei fasci che raggiungono la

Terra; per questo sono state chiamate Pulsar, acronimo in inglese per *Pulsating Radio Surces*, Sorgenti Radio Pulsanti, la cui radiazione elettromagnetica esce in coni ristretti (dai poli per l'azione combinata del campo magnetico e della rotazione) ed è da noi osservata come impulsi ad intervalli regolari (appunto il suo *Periodo*).

L'esempio serve anche per capire cos'è reale e cosa convenzionale: è reale che le due particelle abbiano carica elettrica opposta, e che il neutrone ne sia privo; ma il fatto di definirne una positiva e l'altra negativa è convenzionale; potremmo considerare il protone negativo e l'elettrone positivo, scambiando il segno di tutte le altre cariche, che nulla cambierebbe.

III) Le stelle ancor più grandi (grandissime) esplodono in supernovae ed una parte consistente collassa nei cosiddetti buchi neri, in cui la gravità è così forte da trattenere persino la luce, che ha una velocità di fuga enorme (300.000 km/s).

IV) In una variante del terzo caso, le stelle esplodono interamente, vanificandosi completamente e spargendo nei dintorni il loro prezioso materiale carico di metalli (questo spargimento prezioso avviene anche nel III caso).

La stella vive finché ha combustibile (idrogeno) da bruciare, in grado di alimentare le reazioni nucleari che spingono verso l'esterno controbilanciando la gravità che tenderebbe a farla collassare. Da questo punto di vista il nostro Sole è un mezzo miracolo: se dovesse per un attimo prevalere la forza di gravità, la compressione aumenterebbe la temperatura ridando vigore alle reazioni nucleari nella loro spinta verso l'esterno, ripristinando così la situazione antecedente. Idem l'inverso: se dovesse prevalere l'espansione, il gas espanso diminuirebbe la sua temperatura perdendo forza, consentendo alla gravità di ripristinare la situazione normale, la cosiddetta "sequenza principale" di una stella. E' come un tiro alla fune, con le forze dei contendenti che si pareggiano.

Non è un caso che anche nel DNA abbiamo un equilibrio al limite del caos (una lucida considerazione di Karl Popper, ma non ricordo più in quale opera): esso si deve duplicare e riprodurre in modo abbastanza fedele, per assicurare la prosecuzione della specie, ma non troppo, poiché deve assorbire le mutazioni che assicurano un'evoluzione differenziata. L'evoluzione è al limite fra precisione e imprecisione, meglio fra precisione e creatività.

E' stucchevole invece trovare nei libri, nelle riviste e nelle pagine dei quotidiani, il solito *refrain*: cioè che le variazioni sono sempre "cieche" e "casuali", come dato scontato senza fornire motivazioni. Se è grave, come detto sopra, che i filosofi si avventurino "ingenuamente" in fisica, è altrettanto grave che i fisici/biologi si avventurino "ingenuamente" in affermazioni filosofiche, come definire le variazioni sempre e solo *cieche* o *casuali*. Su quale base possono dirlo, quando in genere non hanno la più pallida idea di cosa sia il caso o la probabilità? Hanno assunto invece ingenuamente il cosiddetto "realismo filosofico" di stampo cartesiano: l'intelligenza, l'intenzionalità od anche solo una certa direzionalità mirata sono caratteristiche solo della *res cogitans* umana, o tutt'al più dei cervelli animali più evoluti (il vizio a monte è tale presupposto filosofico più o meno inconscio, a loro sconosciuto, addirittura pronti a negare di averlo). Ma se la natura, in milioni di anni, ha prodotto tutti gli esseri viventi prima di tale *res cogitans*, perché negarle una certa "intenzionalità intelligente" o almeno una direzionalità mirata?

La vita viene letta con gli schemi della non-vita, della materia inerte, puramente estesa, sottoposta solo a leggi ma priva di spontaneità mirata; ma così la vita non viene

veramente compresa, e questo già nel suo fenomeno primigenio del metabolismo che è la prima forma di libertà (Hans Jonas, *Organismo e libertà*, Biblioteca Einaudi, Torino 1999, pp. 102-106; su questo capitolo, intitolato col suggestivo “Dio è un matematico“, ritorneremo nella seconda parte in modo più approfondito).

Il mito della selezione naturale non risolve il problema, poiché la selezione è solo un filtro che setaccia *quel che c'è già*; e questo qualcosa, *che già si dà*, si è prodotto con una certa “intelligenza”, anche se milioni di anni prima la medesima selezione, optando selettivamente per una variante anziché per un'altra, ha indirizzato le cose secondo una determinata traiettoria, escludendone altre. Ma il fenomeno grandioso dell'*exaptation* [quello per cui un organo, un tessuto od un apparato viene cooptato per nuove funzioni non “previste” in precedenza, come le ali degli uccelli, che originariamente erano piume termo-regolatrici] può ripescare in parte quello che era stato scartato, riadattandolo. Certo le traiettorie contingenti, non pilotate dall'alto, possono andare incontro a dei disguidi, a delle conformazioni non del tutto riuscite, come nel caso dell'occhio umano in cui il nervo ottico disturba la retina: è come se, usando una macchina fotografica, il cavetto dell'autoscatto o della Posa B passasse davanti all'obiettivo determinando una macchia cieca. E' il cavallo di battaglia dei sostenitori della cecità casuale delle mutazioni: dicono che «solo un ingegnere ubriaco avrebbe potuto progettare un occhio simile», per escludere qualsiasi cosa che abbia anche il lontano sentore di una “intelligente” e spontanea direzionalità mirata. Ma proprio l'intelligenza dell'evoluzione e della natura ha risolto il problema: il nostro cervello toglie la macchia cieca riempiendola con le forme e i colori adiacenti, i cui contorni vengono prolungati costituendo un continuo.

Il suddetto tiro alla fune mantiene il Sole nella sua sequenza principale di circa 10 miliardi di anni (è nato circa 5 miliardi di anni fa, ed è quindi a metà della sua vita). 10 miliardi di anni sono un tempo più che sufficiente per il sorgere e l'evoluzione della vita su un qualche pianeta. Molto probabilmente la vita minima è sbocciata anche su Marte miliardi di anni fa allo stato di batteri, microrganismi unicellulari, data allora la presenza di oceani, mari e fiumi. Ma il pianeta rosso, troppo piccolo, non ha saputo trattenere la sua atmosfera originaria perdendone la pressione, per cui tutta l'acqua è evaporata spegnendo il flusso vitale. Riempiendo una bacinella d'acqua su Marte, essa bollirebbe in 30 secondi senza bisogno del fuoco sotto, data la rarefatta insignificante atmosfera (sulla Terra, dato l'esistenza di 1 atmosfera al suolo, l'acqua bolle a 100 gradi). I futuri astronauti su Marte non avranno problemi a cuocere la pasta...

Le future missioni, umane o automatiche, dovranno verificare la presenza di eventuali microrganismi nel sottosuolo, nel cosiddetto *permafrost* ancora umido che potrebbe aver preservato qualche batterio, o segni di batteri passati. L'acqua allo stato liquido è fondamentale per il nostro tipo di vita, ed è una cosa rara nell'universo; nel nostro sistema solare, oltre alla Terra, c'è forse solo sotto i ghiacci di Europa, il secondo satellite galileiano di Giove, e su Encelado, la luna di Saturno che la Cassini sta monitorando (cfr più sotto i punti 9.3.1 e 9.3.3): è come il mare artico sotto i ghiacci del polo Nord dove fa un po' meno freddo e dove passano i sommergibili (al contrario del polo Sud ove sotto i ghiacci c'è un continente). L'acqua liquida non dipende solo dalla temperatura ma anche dalla pressione atmosferica, per cui sembra rara nell'universo; sulla Terra fra l'altro esiste in tutti e tre i suoi stati di aggregazione: ghiaccio, liquido e vapore.

3. Il grande attore

Tornando alla relatività generale, abbiamo quindi la curvatura variabile dello spazio-tempo «che dice alla materia come muoversi così come a sua volta la materia dice allo spazio-tempo come incurvarsi» (secondo il fortunato slogan di A. Wheeler).

La quantità-densità della materia-energia è appunto espressa a destra del segno di uguaglianza dal tensore T_{ab} : c'è quindi una correlazione funzionale tra la curvatura dello spazio-tempo (a sinistra, G_{ab}) e la distribuzione di massa-materia-energia (a destra, T_{ab}).

Con lo spazio-tempo Dio non ci ha quindi donato un contenitore vuoto e inerte, come era stato pensato sino ad Einstein (escluso), ossia nella vecchia concezione le *pure quinte* di un dramma che si svolge con altri interpreti e attori (lo spazio che si estende e il tempo che scorre sono totalmente scorporati e insensibili alle vicende che si svolgono al loro interno). Invece nella nuova visione, da un punto di vista metafisico, l'essere "nodo" di poteri causali (ossia l'avere proprietà causalmente attive come il dirigere con la sua curvatura i moti planetari e la caduta delle pietre), e, da un punto di vista fisico, il possedere energia sono il criterio di esistenza di ogni entità concreta. Il campo metrico può essere identificato con lo spazio-tempo vero e proprio, e quindi considerato come concretamente esistente al modo delle "sostanze"; o meglio esiste come esistono i campi (elettromagnetici) che hanno un'esistenza diversa da un corpo rigido come una sedia. Prima dei campi, coi tavoli e le sedie, la divisione tra materia (il contenuto) e spazio (il contenitore) era netta [i corpi ed i corpuscoli materiali si muovono nello spazio vuoto, piatto e inerte, ed in una rigida successione temporale valida per tutti allo stesso modo]; coi campi tale divisione è diventata assai più problematica, poiché in essi non c'è una chiara distinzione fra contenuto e contenitore (Dorato 2005, 122-124).

Lo spazio può essere curvo e il tempo può non scorrere allo stesso modo per tutti gli osservatori: già la velocità rallentava il tempo, secondo la teoria della relatività ristretta del 1905, nel cosiddetto effetto-gemelli (e non *paradosso* dei gemelli, che sembra alludere ad un fatto fantascientifico mentre è un dato scientifico dimostrato, ad es. dai satelliti del Gps e dagli acceleratori di particelle; sui satelliti gli orologi atomici non tengono lo stesso passo di quelli terrestri).

Se vado a spasso, partendo nel 2020, per il sistema solare o fino alla stella Sirio (distante 8 anni luce; il che significa che, visto da terra, la luce impiega 8 anni alla velocità di 300.000 km/s per raggiungerla) alla fantastica velocità di 240.000 km/s (siamo ben lontani dal raggiungere tale velocità, ma è solo una questione tecnica di propulsione; la mia velocità è l'80% di quella della luce, ossia i 4/5 di c), e ritorno subito indietro, raggiungo la Terra nel 2040 quando su di essa sono passati 20 anni (quindi anche per il mio ipotetico gemello). Se infatti la luce ce ne mette 8, io all'80% della sua velocità impiego 10 anni per raggiungere la stella boreale più vicina al Sole; 10 anni per l'andata e 10 anni per il ritorno nel sistema di riferimento terrestre. Ma per me astronauta, nel mio sistema di riferimento in cui il tempo scorre diversamente, invece sono passati solo 12 anni (6 per l'andata, e 6 per il ritorno). 12 su 20 sono i 3/5, come dato dal cosiddetto fattore $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$. v è la mia velocità sull'astronave (i 4/5 di c da sostituire a v nella formula) e c la consueta velocità invariante della luce.

3.1 La più grande rivoluzione della storia del pensiero

[Il suo formalismo matematico è quasi elementare (banali passaggi di un'equazione di secondo grado, come il radicale risolutivo appena riportato), l'opposto del difficilissimo calcolo tensoriale della relatività generale; la matematica della relatività ristretta o

speciale è alla portata di un ragazzo di terza media, o comunque dei primi anni delle superiori. Perché non la si insegna? Con un piccolo trucco o scorciatoia si possono addirittura by-passare le formule di trasformazione di Lorentz, comunque anch'esse di 2° grado].

L'obiezione più immediata a questo sconvolgimento-temporale è la seguente: come faccio a compiere il viaggio Terra-Sirio in soli 6 anni se la luce ce ne mette 8? Ho forse viaggiato più veloce di c (cosa impossibile)?

Il dato, ancor più difficile da digerire della dilatazione del tempo [bisogna pensare i 10 anni su un *righello che si dilata* (solo da un lato), per cui l'astronauta, originariamente davanti alla cifra 10, si viene a trovare in corrispondenza del numero 6 perché il righello si è stirato allungandosi sul lato destro], è la contrazione dello spazio: in 6 anni ai $4/5$ di c si percorrono 4,8 anni-luce. La distanza Terra-Sirio si è contratta a 4,8 a.l., al 60% di quella consueta (gli 8 a.l. visti da Terra). Ma non c'è alcuna forza meccanica o elettromagnetica che contragga lo spazio o dilati i tempi; è una questione prospettica relativa al proprio sistema di riferimento (cfr il par. 10 nella seconda parte).

«Una lezione filosofica importante da trarre è che non tutte le spiegazioni scientifiche, per essere accettabili, devono essere in grado di esibire un meccanismo causale. Infatti esse possono invocare delle proprietà strutturali o geometriche». Ci sono « proprietà spazio-temporali intrinseche degli eventi che non sono riducibili al linguaggio delle interazioni causali tra eventi fisici » (Giovanni Boniolo e Mauro Dorato, *Dalla relatività galileiana alla relatività generale*, in "Filosofia della fisica", a cura di G. Boniolo, Bruno Mondadori 1997, p. 78; d'ora in poi Boniolo-Dorato 97). La domanda che essi si pongono alla fine è se un effetto fisico sia da considerarsi reale anche quando l'unica spiegazione che disponiamo di esso è in termini di un modello matematico (ivi, 78). Significa forse che ci sono effetti senza cause?

Gli effetti relativistici sono prospettici (come già detto sopra): ma ciò non significa che siano una deformazione dell'*unica realtà*, data dalla lunghezza propria di un regolo e dal tempo proprio di un orologio, che sarebbe l'*unica* ad avere uno status privilegiato, nientepopodimeno che quello di unica e vera realtà.

«Molti errori interpretativi sono da imputarsi a una mancata comprensione della portata rivoluzionaria dell'inesistenza di un tempo universale che scorra uniformemente per ogni sistema di riferimento» (Boniolo-Dorato 97, p. 63 e 67), e quindi per tutti gli osservatori.

Non c'è quindi un sistema privilegiato, poiché sono tutti validi; la domanda «Quanto tempo è passato in realtà?» e «qual è la vera distanza-spazio-lunghezza in realtà?», sono tutte domande scorrette e senza senso in relatività (Boniolo-Dorato 97, p. 64), poiché la locuzione "in realtà" presuppone una risposta assoluta bandita dalla teoria. L'unica domanda corretta è: «Qual è l'intervallo spazio-temporale?». Si può perciò dire che in realtà (oggettivamente e intersoggettivamente per tutti) l'intervallo spazio-temporale (spazio e tempo presi insieme) è stato di *tot*: divulgativamente la velocità reale e oggettiva per tutti. Sia il gemello sulla Terra (come pure gli altri uomini) e sia il gemello astronauta sono d'accordo solo su una cosa: che si è viaggiato all'80% della velocità della luce (240.000 km/s). Poi il tempo proprio (diverso per entrambi) dipende dal cammino!

Ma tutte le scale sono buone: da velocità 0 a 300.000 km/s, man mano che si sale i tempi si dilatano e gli spazi si contraggono ma in modo perfettamente sincronizzato. Ad es. la distanza Torino-Palermo, stando fermi, cioè nel normale sistema di riferimento terrestre,

è in linea d'aria di circa 1000 km. Ma alla velocità di 100.000 km/s, un terzo di c , è di circa 900 km; ai 240.000 è di 600 km, ai 262.000 di 500 km (solo la metà, perché le differenze diventano vertiginose solamente avvicinandosi a c). A velocità luce la distanza Torino-Palermo è veramente come quella su una carta geografica, di un paio di spanne; non è più una riduzione in scala, ma la distanza a quella velocità, perché tutte le scale sono buone e corrispondono ad un determinato intervallo spazio-temporale.

Ciò significa la contrazione sempre maggiore vuoi delle due città, vuoi del Piemonte, vuoi del Tirreno (il concetto di corpo rigido deve essere abbandonato in relatività; anche l'astronave del nostro viaggio, con tutto quel che c'è dentro, compresi gli astronauti, si riduce al 60%, ma nessuno se ne accorgerebbe perché anche il metro-righello con cui volessi misurare l'altezza degli astronauti o la larghezza dell'astronave, a suo volta si è contratto del 60%). **Stiamo dicendo il fatto abnorme e contro-intuitivo che la distanza fra due punti fissi è relativa, e cambia con la velocità!** Man mano che essa sale, la distanza si accorcia "realmente": non è una illusione ottica, anche per il fatto che non ci si accorge di nulla.

3.2 Mille anni come un giorno

Spieghiamo ora il concetto basilare di intervallo spazio-temporale che rimane invariante. Ricordiamo che la velocità è lo spazio diviso il tempo, $v=s/t$; essa (più precisamente l'intervallo spazio-temporale) è invariante in relatività. Riprendiamo i due esempi del viaggio su Sirio, quello della luce (A) più il nostro all'80% di c (B).

A) Visto da terra, la luce del Sole impiega 8 anni per raggiungere Sirio percorrendo 8 anni-luce: 8 a.l. (spazio, miliardi di km) diviso 8 anni (tempo) = $1c$: si è viaggiato a velocità luce. Ma se io potessi volare su quei fotoni di luce (i *Gedanken-Experimenten* di Einstein, i suoi esperimenti mentali), raggiungerei Sirio in circa un secondo (!) [tempo], con la distanza che si è contratta ad un secondo luce (spazio, la distanza della Luna da fermi): 1 secondo-luce diviso 1 secondo, fa $1c$ come visto da terra, ossia la velocità (o l'intervallo spazio-temporale in cui spazio e tempo sono considerati e rapportati insieme) è la stessa (quella della luce), ma la contrazione-dilatazione spazio-temporale è stata praticamente infinita (presi singolarmente lo spazio si è contratto al minimo, e il tempo dilatato al massimo). Non è esatto dire: «è come se Sirio si trovasse alla distanza della Luna»; a velocità-luce Sirio è realmente alla distanza della Luna per i terrestri.

Gli infiniti non sono facilmente trattabili, perché bloccano il calcolo; "normalizzare" un'equazione significa appunto trovare lo stratagemma per bypassare o eliminare un infinito. In pratica, nel nostro caso, funziona discretamente il dividere per un miliardo. Ciò è confermato dai neutroni che ci raggiungono dalla fonte Cygnus X-3 a 30.000 anni luce di distanza da noi; come fanno a raggiungerci se i neutroni liberi, al di fuori dell'atomo, decadono dopo 20 minuti? Ce la fanno perché, viaggiando quasi a velocità luce, ci raggiungono in circa 15 minuti del loro tempo (30.000 anni diviso un miliardo fa all'incirca un quarto d'ora).

B) Tornando al mio viaggio, visto da Terra, cioè nel sistema di riferimento terrestre, esso dura 10 anni (tempo) con una percorrenza di 8 anni-luce 8 (spazio, distanza). Ora 8 diviso 10 dà 0,8 di c , l'80% della velocità della luce, i suoi 4/5 come nell'ipotesi iniziale. Ma per me astronauta il viaggio è durato 6 anni percorrendo 4,8 anni-luce; ora 4,8 diviso 6 dà il medesimo risultato: 0,8 di c , 80% della velocità della luce, con la stessa velocità o intervallo spazio-temporale che rimane invariato. Un valore su tre rimane invariato (v),

mentre lo spazio e il tempo mutano, ma lo fanno in maniera perfettamente sincronizzata in modo che il risultato della loro divisione (LA VELOCITA') sia sempre lo stesso.

Einstein infatti si è pentito di aver chiamato i suoi due lavori “teorie della relatività”; col senno di poi avrebbe volute chiamare almeno la prima (quella “speciale” o “ristretta”) teoria degli invarianti. La cosa non è poi così strana: era così anche nella vecchia fisica di Galilei-Newton, con un valore su tre che rimaneva invariato (il tempo) e gli altri due (spazio percorso e velocità) che variavano, come si evince dal semplice esempio del sorpasso. Se io faccio i 70 all'ora in auto (rispetto ad un pedone fermo lungo la strada), e vengo sorpassato da un'altra auto che fa i 100 (sempre rispetto al pedone), chi mi sorpassa fa i 30 rispetto a me. E' passato ad es. un secondo per tutti (il tempo è invariante o assoluto: sino alla rivoluzione di Einstein nessuno si era mai sognato di pensare che il tempo potesse scorrere diversamente per due osservatori inerziali in movimento l'uno rispetto all'altro). Ma, considerando chi mi sorpassa, il pedone dice: in un secondo ha fatto circa 28 metri (così avviene ai 100 km/ora). Io invece dico: in un secondo ha fatto circa 8 metri (così avviene ai 30 km/ora). Il tempo è rimasto invariato (è passato un secondo per tutti), ma lo spazio (28 metri contro 8) e la velocità (100 km/ora contro 30) sono diversi per i due osservatori (il pedone ed io).

Normalmente non ci pensiamo perché tendiamo a privilegiare il punto di vista del pedone: le “vere” velocità sono quelle che vede lui: 100 e 70; quella che vedo io di 30 (100-70, secondo la formula di trasformazione di Galileo) è solo un'impressione ottica dovuta al sorpasso. Ma consideriamo due che giocano a ping-pong su un treno in corsa, con un pedone che li guarda dal prato: e chiediamoci qual è la distanza fra due rimbalzi della pallina nel senso della direzione del moto del treno (che faccia i 100 all'ora o più). Per chi sta sul treno, o per i due giocatori, la distanza percorsa dalla pallina sul tavolo è, supponiamo, di circa 2/3 metri; ma per il pedone la pallina, a occhio, può aver percorso, dal suo punto di vista, anche 50 o più metri. Siamo ancora d'accordo nel privilegiare il punto di vista del pedone? Tutte le *co-varianze* sono buone: non c'è un unico moto vero e reale, e le altre che sarebbero solo impressioni o illusioni ottiche.

Tutto questo impianto-sconquasso, che mette a soqquadro la concezione quotidiana del tempo, nasce dall'aver considerato naturale e assiomatica l'invarianza di c (300.000 km al secondo)! Essa, oltre ad essere indipendente dalla sorgente, è tale per tutti: anche per un ipotetico razzo che inseguisse un raggio di luce alla velocità di 200.000 km/s. La differenza non è di 100.000 km (come sembrerebbe ovvio per il senso comune e per la vecchia fisica), ma sempre di 300.000 km: rispetto alla luce è come se tutti fossero fermi! Considerare questo come “naturale”, che non necessita di spiegazione, come un postulato, non è poi così facilmente digeribile; un giochetto fatto spesso dai fisici è di considerare assiomatico ciò che non si riesce a spiegare, ossia trasformare uno spinoso problema in un postulato, e da lì partire per tutto il resto (non ci dobbiamo meravigliare troppo; è successo anche in teologia: certi misteri non spiegabili sono diventati dogmi, da cui si partiva come indiscutibili postulati di fede).

3.3 Si può invecchiare di meno

Naturalmente non si può considerare “reale” o “esistente” solo ciò che è invariante; a questo proposito è utile distinguere fra *reale* e *oggettivo*. Consideriamo oggettivo ciò che è tale per tutti, nel senso di inter-soggettivo e valido per tutti gli osservatori. Questo è ovviamente “anche” reale; ma l'invarianza (termine fisico, o l'assolutezza in filosofia) è un criterio troppo forte di realtà (cfr Boniolo-Dorato 97, p. 67): se esistesse solo ciò che è

invariante, ci sarebbero solo gli intervalli spazio-temporali, e poco altro come i principi di conservazione. Invece anche tutti gli intervalli spazio-temporali (velocità) sono reali nel proprio sistema di riferimento (sebbene non oggettivi, cioè non validi per tutti, ivi 64). Come già detto sopra, man mano che si sale in velocità da 0 a 300.000 km/s (passando per tutti i numeri interi nonché le frazioni), il tempo si dilata (quindi scorre più lentamente e si invecchia di meno) e lo spazio si contrae: tutto questo è co-variante in fisica e relativo in filosofia, tuttavia da considerarsi reale nelle diverse prospettive, differenziate ma sincronizzate nel loro variare.

Tutte le scale sono reali, anche quelle delle *carte geografiche* (non sono solo una riduzione di comodità senza riscontro nella realtà). Le distanze sulle carte sono vere e reali a velocità luce, come detto sopra nell'esempio Torino-Palermo.

Certo le invarianze e i principi di conservazione sembrano non dipendere da noi; ma le singole scale invece sì, da come ci muoviamo (velocità progressive) e a quale gravità siamo sottoposti (la gravità, come la velocità, frena il tempo). Ci potrà essere in futuro anche un aspetto volontaristico di scelta, una volta trovato il modo di viaggiare a velocità relativistiche [cioè che sono frazioni significative, abbastanza corpose, di c ; quindi non solo c , ma anche un terzo di c (100.000 km/s), come pure un sesto di c (50.000 km/s); le nostre sonde che hanno lasciato il sistema solare viaggiano a velocità intorno ai 50 km/s, una cosa ridicola rispetto a quella della luce; infatti non è una velocità relativistica, essendo 6000 volte inferiore (1/6000 di c non è una frazione significativa) a quella della luce]. Andando a spasso per il sistema solare a tali velocità si invecchierà di meno: la carta di identità non sarà più sufficiente per stabilire l'età di una persona. Così pure andando in luoghi con gravità decisamente maggiore, come al centro della nostra galassia. Per capire meglio può forse servire l'esperienza psicologica del tempo (anche se di per sé non c'entra nulla con la fisica): 5 ore di riunione non passano mai, sono eterne, mentre 5 ore passate in vacanza con gli amici [eventualmente giocando a carte] volano via. Lo scorrere del tempo dipende dal luogo in cui siamo (relatività generale), e dal cammino” (esistenziale in psicologia) che stiamo facendo (relatività ristretta in fisica).

3.4 Infiniti presenti: il torso più indigesto

Certo tutto questo è impressionante, conturbante e non facilmente digeribile: appunto a mio parere la più grande rivoluzione della storia del pensiero, che in pochi hanno veramente capito pur essendo passati più di cento anni dalla sua formulazione.

E non abbiamo, intenzionalmente, ancora toccato il problema ancor più devastante del “presente”: ci sono *tantissimi* presenti (praticamente infiniti) nell'universo e tutti sfalsati tra di loro (ma su questo ritorneremo analizzando in futuro l'ultimo libro di Mauro Dorato, *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*, Carrocci 2013). Può bastare un semplice cenno, anche se grazie a Dio sulla Terra, sino ad una sfera comprendente grosso modo anche la Luna (ma non Marte!), condividiamo localmente lo stesso presente. Il presente e il divenire sono rigorosamente locali!

Se un individuo a 10 miliardi di anni-luce dalla Terra si *allontanasse* da noi a 16 km all'ora (la velocità di recessione di un eventuale galassia, anche se in genere è superiore), il suo “ora-istantaneo” (il suo presente, il suo “adesso”) includerebbe fatti per noi accaduti 150 anni fa (grosso modo simultanei, mentre scrivo in questi primi mesi del 2013 alla costituzione del regno d'Italia). Analogamente se si *avvicinasse* a noi da quella distanza abissale a 16 km all'ora [come fa, sebbene con una velocità decisamente maggiore di poco più di 100 km/s, la ben più vicina galassia di Andromeda che fra circa 4 miliardi di anni entrerà in collisione con la nostra Via Lattea fondendosi con essa], il suo

“ora-adesso” includerebbe eventi che per noi avverranno fra 150 anni, dunque nell'anno 2163 (Dorato, *Cos'è il tempo?*, op. cit., 33-34). Non ci può preannunciare nulla sull'universo (per noi futuro, per lui presente) perché la sua comunicazione (segnale radio) impiegherebbe 10 miliardi di anni per raggiungerci. Ma non è del tutto vero perché se fosse lui a tentare di raggiungerci viaggiando quasi a velocità luce, dividendo come proposto sopra per 1 miliardo, arriverebbe sulla Terra in poco più di 10 anni!! E se nell'ultima fase del viaggio, passando vicino al nostro centro galattico (a 30.000 anni luce da noi, vedendolo chiaramente, mentre la nostra visuale telescopica è “disturbata” dalle polveri e dalla cintura di stelle più esterna al nucleo galattico), nella sua intelligenza avanzata capisse che nel giro di due migliaia di anni avrà luogo un'immane esplosione del buco nero ivi situato (milioni di masse solari), ci potrebbe avvisare; avremmo due mila di anni di tempo per sfuggire agli effetti devastanti di tale radiazione ed onda d'urto, trovando un rifugio su un pianeta più distante agli estremi confini della nostra galassia, o addirittura su un'altra galassia in un nuovo sistema solare-stellare.

Abbiamo infatti “solo” due mila anni di tempo (e non 30.000 o poco più) perché, visto da Terra (cioè da noi), la parte terminale del suo viaggio [dal centro galattico sino al nostro meraviglioso terzo pianeta di un sistema stellare fra i 100 miliardi della nostra galassia] durerebbe pur sempre 30.000 anni; e soprattutto la partenza dal suo pianeta, visto sia dai suoi abitanti e sia considerato da Terra, sarebbe comunque avvenuta 10 miliardi di anni fa: per le due civiltà tecnologiche (la sua e la nostra) il viaggio è durato 10 miliardi di anni (il suo arrivo è possibile perché per lui il viaggio a velocità luce dura solo 10 anni; la sfasatura dei tempi mi fa girare la testa nei miei ragionamenti esplicativi). Ciò è difficile, ma non impossibile: se l'universo ha circa 14 miliardi di anni, dopo soli 4 miliardi è possibile (anche se improbabile) che si sia già sviluppata una civiltà tecnologica in grado di viaggiare quasi a velocità luce.

3.5 Cosa sta succedendo adesso su Titano? (la nostra casa futura?)

Con un doveroso *caveat*: tutti i dati da me sciorinati devono tener conto del fatto che il presente, come appena detto sopra, è rigorosamente locale, cioè che nell'universo ci sono (praticamente) infiniti “adesso” fra loro sfalsati: le mie cifre vanno quindi prese *grosso modo* e con beneficio d'inventario. Detto più semplicemente: l'affermazione, spesso riportata nei testi e divulgata nei mass-media, che vediamo le stelle *non come sono ora* ma, data la lunga percorrenza della loro luce per arrivare sino a noi, *come erano (e dove erano) tanto tempo fa* (a seconda della loro distanza in anni luce), va presa con le molle e “cum grano salis” (compresa anche l'espressione: «Cosa sta succedendo “adesso” su Marte, su Titano o su Tritone»). Questo perché il presente, l'adesso di quella stella, e quindi anche il suo passato non coincide col nostro: esistono tantissimi presenti nel cosmo, coi relativi passati e futuri altrettanto sfalsati. Personalmente vedo una scala di digeribilità: la dilatazione dei tempi può essere digerita abbastanza presto, pur con qualche rigurgito; la contrazione degli spazi con una lunga digestione e notevoli dolori, ma la sfasatura dei presenti (dei passati e dei futuri) è un torso che rischia di piantarsi già in esofago togliendoti il respiro.

Potremmo comunque fare le prove tentando di andare su Gliese 667C, distante “solo” 22 anni-luce (nella costellazione dello Scorpione), con le sue tre super-terre (rilevate dall'ESO, l'osservatorio europeo australe sulle Ande cilene) compatibili con l'esistenza dell'acqua allo stato liquido. Il problema si porrà comunque...fra 5 miliardi di anni quando il Sole diventerà una gigante rossa, spazzando via Mercurio e Venere ed arrivando sin

quasi alla Terra sterilizzandola ed “evaporandola” con le sue altissime temperature (esso occuperà metà o $\frac{3}{4}$ del cielo). Ciò significherà la fine del sistema solare e della vita sulla Terra, ma non la fine del mondo e non necessariamente la fine della civiltà umana che dovrà correre ai ripari “emigrando”. Dato che il Sole “morente” rimarrà comunque per parecchi milioni di anni in fase di gigante rossa, una prima tappa dell'esodo potrà essere costituita da Titano che, con l'aumento delle temperature dovute all'espansione solare, passerebbe dagli attuali – 180 gradi allo zero termico ed oltre, diventando così un posto abitabile con dell'acqua allo stato liquido (vedi il paragrafo 9.3.3 a proposito di Titano ed Encelado). Sulla Luna più grande di Saturno ci sarebbe tutto il tempo (qualche milione di anni) per progettare il balzo sui pianeti della stella Gliese che, avendo una massa pari ad un terzo di quella solare, ha una vita decisamente più lunga: più una stella è piccola e più dura (una stella enorme, che alla fine esplose in supernova, dura mediamente “solo” 300 milioni di anni perché brucia in “poco” tempo tutto il suo combustibile).

Tornando alla relatività generale anche la gravità, o ciò che è lo stesso lo spazio-tempo curvo, rallenta il tempo (come accennato sopra).

Comunque non c'è nessuna attrazione, che è da considerarsi una forza fittizia: la pietra non cade perché la Terra l'attira, e quest'ultima non gira attorno al Sole perché da esso attirata (...abbasso Euclide, abbasso Newton!). Nel caso dell'energia oscura “repulsiva” non ci sarebbe ovviamente alcuna repulsione, ma una curvatura inversa dello spazio-tempo che fa allontanare anziché avvicinare.

La cronogeometria dello spazio-tempo è lo spaziotempo tout court (senza contenitori e contenuti; in pratica coincidono).

Consideriamo lo spazio-tempo come prima (e forse unica) opera diretta della creazione, avanzando l'ipotesi che lo spazio-tempo sia più originario della materia.

4. Leggi teologiche?

Fra l'altro le leggi di natura quasi sicuramente hanno un'origine teologica: ossia già dall'antichità «la locuzione “legge di natura” [o simili dizioni] deriva essenzialmente da una concezione volontaristica della divinità creatrice, che impone al mondo naturale i suoi decreti nello stesso modo in cui il legislatore umano, un monarca od un imperatore, impone ai sudditi i propri voleri» (Dorato 2000, 21). Le regolarità naturali erano quindi viste come diretta espressione dell'immutabilità divina (ivi, 22). «Lo stesso concetto di causalità sembra, alle origini, indissolubilmente legato all'idea giuridica di retribuzione, in modo che alla colpa (causa) seguisse inevitabilmente la pena (effetto)» [Dorato 2000, 24].

Si tratta dei “decreti del cielo e della terra”, nel quadro dell'antico oriente, la cui influenza sulla nascita della scienza occidentale può essere difficilmente sottovalutata. Questo sia nella bibbia che ad es. ad Assurbanipal, dove gli astronomi babilonesi studiavano i moti dei pianeti con grande attenzione e perizia (Dorato 2000, 23). Ti metti a studiare con passione soprattutto ciò che presumi essere retto da regolarità, e non dal capriccio degli dei che lo possono modificare di volta in volta. I moti planetari erano dettati dalle «leggi o decisioni governanti cielo e terra, pronunciate dal dio creatore all'inizio» (Dorato 2000, 23).

Anche nel VT c'è qualcosa: Giobbe 28,26s [e per quanto riguarda il concetto di limite-confine, soprattutto per la terra e il mare, lo troviamo in Geremia 5,22; limite-confine, in ebraico *chok*, è molto vicino a legge; Dorato 2000, 26]. Poi c'è stata la lunga pausa medievale in cui [in seguito anche all'influsso del *De legibus* di Cicerone le leggi si riferivano solo all'uomo ed alle codificazioni razionali del diritto positivo..] venne

scoraggiata «qualunque applicazione non metaforica del termine “legge” ai fenomeni del mondo fisico» (Dorato 2000, 30).

Lo stesso Tommaso insiste sul fatto che l'ordine impresso da Dio alla natura è essenzialmente non causale e non finalistico (non teleologico) (ivi, 34): «in questa tradizione l'applicazione del termine “legge” a esseri inanimati può essere solo metaforica» (ivi, 34).

Le leggi di natura poi, come noi le conosciamo e nel senso che vi attribuiamo, sono state elaborate in epoca moderna a partire da Galileo, Keplero, Cartesio, Newton...; «l'unico pensatore che nel mondo antico si avvicinò, pur senza formularlo esplicitamente, al concetto di legge di natura come noi l'intendiamo fu Archimede» (Dorato 2000, 30).

Possiamo quindi rischiare attribuendo a Dio l'impulso iniziale e l'ontologia primaria, in quanto non cerchiamo la dimostrazione dell'esistenza di Dio (e simili come in Cartesio e Newton), ma di mostrare la compatibilità fra scienza fisica e scienza biblico-teologica per quanto concerne la creazione (fra dato di fede e sapere moderno), utilizzando gli ultimi e più aggiornati dati (e teorie) di entrambe. E' naturalmente un percorso continuamente modificabile, con l'avvicinarsi di teorie fisiche ed esegetiche sempre più profonde e all'avanguardia; si tratta di agganciarci possibilmente all'ultima prospettiva e frontiera della fisica (chimica, biologia) e del metodo storico-critico in campo biblico e teologico.

Abbiamo tuttavia a che fare con un punto fermo, con una *cesura* che filosoficamente sussiste, che si è data, non importa quanto dobbiamo arretrare nel tempo (se all'inizio del nostro universo o pure parecchio prima come fa la teoria delle stringhe). Si tratta dell'evento originario per cui gli enti sono stati «cavati» dal nulla, in cui Dio ha fatto uscire l'essere dal nulla, dalle fluttuazioni del (falso) vuoto quantistico: la prima mossa è stata far uscire l'essere dello spazio-tempo; tale essere si sviluppò *poi*, liberamente e spontaneamente (senza alcun intervento o pilotaggio divino), negli enti che progressivamente andarono aumentando il loro spessore ontico (ontologico), certo in modo contingente e con un inquietante sapore di aleatorietà (il “caso” rimosso da tutta la storia della filosofia sino a Nietzsche, e dalla storia della scienza sino all'800-900, negli stessi anni del grande filosofo). Perciò agganciarsi alle varie teorie fisiche ed esegetiche è solo un passo temporaneo e rivedibile nella ricostruzione. Ma riteniamo sia l'unico modo di farlo correttamente, dopo aver finalmente imparato che la probabilità non è l'aleatorietà come intesa dal senso comune, ma dà un peso abbastanza preciso in percentuale alle varie possibilità: la probabilità è una misurazione e gradazione del possibile.

5. L'amore di Dio è la ragione dell'esserci

Per dirla in termini filosofico-teologici con Eberhard Jüngel (*Dio, mistero del mondo*, Queriniana-Brescia 1982, BTC 42, pp. 293-296), siamo sotto il primato ontologico della possibilità, nell'ambito dello sfondamento del nulla per far traboccare l'essere, della lotta contro il nulla in cui si compie l'essere divino. Dio è l'essere traboccante, la cui ricchezza non è un possesso ma un traboccare, una comunicazione di sé. Dio nel suo andare-con-sé-al-di-la-di-sé è l'avversario del nulla, una continua-eterna riduzione del nulla (Jüngel 293). L'infinità di Dio e la sua eternità [«la mera mancanza di una fine non merita di essere fatta passare per infinitezza, bensì solo l'essere che supera sempre nuovamente i suoi propri limiti si chiama a ragione essere eterno e infinito», Jüngel 294, nota 70] consistono nel suo «a sé in nihilum esistere», un andar fuori di sé nel nulla, che rende maggior giustizia sia alla divinità che all'umanità di Dio. Nell'opera della creazione Dio

si conferma al contempo come amore, perché l'amore nel suo *contenuto* [la sua forma è la dedizione incondizionata; quando parliamo di amore in genere guardiamo solo alla sua forma e non anche al contenuto] è la lotta fra essere e non-essere a favore dell'essere, fra vita e morte a favore della vita, tra l'averne delle possibilità e non averne a favore dell'averne. Dio vince, è il vincitore del nulla e quindi anche della morte (la quale consiste appunto nel non avere più alcuna possibilità). Il fatto che Dio sia amore è pertanto la causa-spiegazione per cui l'essente (l'essere) è piuttosto che il nulla (Jüngel 294).

L'uomo non è semplicemente colui che *proviene* dal nulla, un mero e semplice essere gettato nell'esistenza (Heidegger), per tornare al nulla. L'uomo è colui che è stato *creato* dal nulla, è stato fatto uscire dal nulla per opera di Dio (Jüngel 296, n. 73); nella nostra prospettiva non direttamente, ma come frutto di gran lunga posteriore del dono originario dello spazio-tempo. L'uomo poi, secondo la prospettiva cristologica, nella morte-resurrezione del Dio crocefisso vince e vincerà il potere annientante (nullificante) della morte. Ma andando nel nulla l'essere di Dio è nel divenire [Gottes Sein ist im Werden], nella storia, che è l'essenza del possibile, del contingente e della caducità (Jüngel 295).

Il Dio vivente (*che vive* nel divenire!) ha voluto la vita; ma non necessariamente e non esattamente quei precisi tipi di vita così come si sono evoluti, con certe loro strutture che portano a determinati comportamenti. Nella natura animale c'è di tutto: etero, omosessualità, ermafroditismo, riproduzione asessuata, partenogenesi ecc.

Tutto il discorso si basa appunto sul primato della possibilità (un *plus ontico*): un di più, non un di meno. Nel e sul primato del possibile si fonda la *pensabilità* di Dio: Dio può e deve oggi essere pensato nella possibilità-probabilità.

5.1 Dio, Signore del tempo

La creazione nella sua totalità è il cibo, o il sale che fa divenire Dio. Se le dilatazioni temporali valgono per gli uomini e per eventuali alieni, figuriamoci per Dio, che non ha dovuto "aspettare" a braccia conserte più di 13 miliardi di anni per vedere l'alba dell'uomo; ma, dividendo per il solito fattore di un miliardo (sistema di riferimento a velocità luce), ha "atteso" solo l'equivalente di 13 anni del nostro tempo [vale anche per un alieno che fosse passato dalle nostre parti agli albori della Terra; viaggiando quasi a velocità luce sino alle stelle più vicine e tornando indietro, passando con la frequenza di ogni miliardo di anni (ad es. 4,7, a 3,7, a 2,7, 1,7, 500 milioni, 200.000 anni fa del tempo terrestre), il tempo che intercorre da un passaggio all'altro intorno alla Terra per lui è solo di 1 anno! In 5 anni, a singhiozzo con intervalli, poteva vedere l'evoluzione di 5 miliardi di anni].

Sottolineiamo che tutti questi discorsi sono scienza, non fantascienza; è ancora fantascienza invece il viaggio nel futuro, come nei film e nei romanzi, che se non va molto avanti negli anni, presenta l'imbarazzante situazione di avere due copie del viaggiatore medesimo: due scheletri, due cervelli, due cuori della stessa persona...

Invece il mio viaggio a velocità relativistiche con ritorno sulla Terra ad es. dopo 50 anni (solo 5 per me astronauta) è un balzo nel futuro della Terra e degli altri, senza alcuna contraddizione, perché non ci sarà alcuna copia di me stesso (sono io che me ne sono andato per poi ritornare; nel frattempo io non sono presente sulla Terra, e non ci sarà alcun rischio di incrociare me stesso al mio ritorno; questa è la fondamentale differenza, e non tanto quella che nel classico viaggio della fantascienza si possa tornare indietro, mentre nel viaggio relativistico no). Quando ritornerò sarò spaesato fin che vogliamo, ma non c'è alcunché di contraddittorio.

I suddetti discorsi scientifici (non quelli fantascientifici) hanno inoltre possibili ripercussioni anche in teologia.

Si apre infatti una nuova strada per ri-pensare l'eternità di Dio: come signoria, dominio dei vari sistemi di riferimento, potendo egli, se lo vuole, passare liberamente da uno all'altro (soprattutto quello a velocità-luce). E' fra l'altro un'inedita concezione della sua Signoria, quella sullo spazio-tempo: infatti che *Signore* è, se non ha fatto lui direttamente le cose, se non interviene materialmente e causalmente nel mondo ecc.? E' il Signore del tempo, che non è poco! Almeno è signore di qualcosa [parliamo spesso in automatico della sua signoria, del suo Regno: ma su cosa regna?]. Anziché *signoria* potremmo usare un termine più forte: *onnipotenza*, salvandola e ripescandola dall'obsolescenza. Ma la nuova modalità pensa l'onnipotenza sullo spazio-tempo, che è vera onnipotenza, soprattutto quella sul tempo, che significa fra l'altro potere e vittoria sulla morte, il che non è poco. Non è sicuramente quella interventista del passato, pensata in modo più o meno miracoloso, perché tale potere sugli eventi infra-storici non si dà, almeno per quelli che hanno occhi per vedere [vedi il par. 13.1 nella seconda parte sul presunto miracolo di Papa Francesco in piazza San Pietro nello scorso maggio]. Dio è onnipotente nel senso suddetto anche se i miracoli non esistono [affermare che papa Giovanni o papa Wojtyła hanno fatto uno (o due) miracoli che consentiranno la loro prossima santificazione, è un'affermazione mitologica da irresponsabili nel mondo contemporaneo].

E' altresì una nuova modalità di pensare "l'eterno presente" della filosofia-teologia passata, ma senza inchiodarlo e murarlo in una immutabilità marmorea, bensì inserendolo in un vitale divenire. Dio domina il tempo, i suoi svariati cammini e i suoi infiniti sistemi di riferimento passando liberamente dall'uno all'altro. Egli domina pure tutti i presenti dell'universo sfalsati fra loro, in particolare quelli dei pianeti "viventi" (non solo la Terra): è *matematico* (nel senso di un esito "certo") che il *nostro* tipo di vita, a livello semplice, unicellulare-batterico, abbia tentato di sfondare su tutti i pianeti dotati di acqua allo stato liquido. Ci ha provato anche su Marte miliardi di anni fa (ci sono i segni dei fiumi e mari del lontano passato), ma è andata storta per le ragioni espresse al par. 2.2; le future sonde e missioni su Marte verificheranno se nel sottosuolo, nel cosiddetto *permafrost* che è terriccio umido, ci siano segni dell'attività batterica passata. Resta altresì da vedere cosa c'è nell'acqua liquida sotto i ghiacci di Europa (seconda luna galileiana di Giove) e di Encelado (satellite di Saturno). E' invece "*matematico*" nel senso del calcolo delle probabilità cercar di stimare il numero delle civiltà di tipo umano (con eventuali tecnologie) presenti nell'universo [uno dei principali nostri compiti futuri].

Naturalmente le nuove modalità, espresse sopra, di pensare Dio sono analogiche; ma anche l'affermazione "Dio è buono" è una analogia, e pure "Cristo è risorto" [analogia con lo svegliarsi dal sonno ed alzarsi in piedi]. Analogia per analogia, oltre ad usare quelle del linguaggio quotidiano, uso anche (anzi le preferisco) analogie di tipo scientifico, se non altro perché sono più precise, puntuali, meno vaghe.

6. La laringe linguistica

Per questo è importante la probabilità, che assegna al possibile svariati valori in percentuale, dandogli un peso più preciso e non aleatorio. Probabilità 0 significa la non-possibilità in un determinato tempo, diciamo in termini cosmologici dell'ordine di un miliardo di anni, come nel caso della vita sulla terra. Ai suoi inizi 4,7 miliardi di anni fa la vita era impossibile sulla Terra; quel pianeta ancora infuocato ed in fase di formazione

non poteva ospitare alcuna biosfera. Le prime forme di vita sono diventate possibili circa un miliardo di anni dopo, ossia 3,7 miliardi di anni fa, praticamente 10 miliardi di anni dopo il big-bang, che è avvenuto 13,7 miliardi di anni fa (sulla base dell'ultimo calcolo della costante di Hubble pari a 74,3 km/s per megaparsec), o 13,8 miliardi sulla base della radiazione cosmica di fondo (la differenza di 100 milioni di anni è un'inezia irrilevante su scala cosmologica). Abbiamo quindi avuto un'evoluzione probabilistica ma mirata, con una direzione verso la complessità nell'esplorazione incessante del "possibile adiacente" (secondo la felice espressione del biologo Stuart Kauffman), del presente possibile in quel momento-èra su scala geologica.

Probabilità 1 (100%) significa la certezza che un evento avverrà sicuramente entro "breve" tempo (sempre in senso geologico): ad es. la capacità fonatorio-linguistica, nell'ambito delle probabilità *dipendenti* (cioè ciò che succede "immediatamente" prima alza o abbassa la probabilità di ciò che viene dopo; nel nostro caso lo spostamento-abbassamento della laringe), era ormai alle porte al 100% circa due milioni di anni fa.

[Purtroppo quando pensiamo alle probabilità, ci vengono in mente quelle dei dadi, della roulette o delle estrazioni del lotto, che sono comunque macchine costruite dall'uomo. In esse, diversamente che in natura, le probabilità sono *indipendenti*: 10 lanci di una roulette, 100 estrazioni del lotto, 20.000 lanci di un dado (c'è stato chi l'ha fatto) non ci dicono assolutamente nulla circa i lanci che seguiranno: le rulle non hanno memoria. Mentre in natura ciò che succede "prima" ci dice parecchio, in termini probabilistici, su ciò che accadrà].

L'eventuale incertezza era relativa solo al fatto se si fosse realizzata unicamente la variante 1 (ridotta-limitata capacità linguistica dell'Homo Erectus), oppure anche la variante 2 (una più consistente capacità nell'uomo di Neanderthal) e pure la variante 3 (estrema raffinatezza linguistica dell'Homo Sapiens). [di fatto si sono realizzate tutte e tre; vedi la tabella 2 in fondo all'articolo]. Il processo primario e fondamentale comunque si sarebbe realizzato con probabilità altissima.

Il parlare richiede un movimento muscolare coordinato della lingua, delle labbra, del palato morbido (che apre il passaggio di aria al naso), e della laringe: ad es. le parole [tea] e [too] contengono lo stesso fonema [t] ma sono prodotte posizionando le labbra in modo diverso per enunciare la diversa vocale che segue (Philip Lieberman – Robert McCarthy, *Come parlavano i nostri antenati?*, in: Micromega 1, 2012, *homo sapiens*, 168-178, p. 171).

Da neonati iniziamo la vita con un'impostazione vocale simile a quella della maggior parte dei primati e di altri mammiferi: essi hanno un tratto vocale che è sproporzionatamente lungo nella dimensione orizzontale rispetto a quella verticale. La laringe è "incastrata" nel naso formando un passaggio di aria chiuso che permette ai neonati di respirare e poppare contemporaneamente (evitando grazie a Dio soffocamenti). Ma poi per tutta l'infanzia la laringe scende in modo che il tratto orizzontale e verticale abbiano praticamente la stessa lunghezza (proporzione 1 a 1); un processo che si completa intorno ai 6-8 anni, nel quale si raggiunge un tratto vocale completamente umano: solo allora si pronunciano perfettamente ad es. le vocali quantali [i] e [u], e la consonante [r]. Nell'Herectus la discesa è stata solo (molto) parziale (potevano emettere suoni poco articolati), mentre nei Neanderthaliani ci si è avvicinati di più alla proporzione 1 a 1: hanno elaborato un linguaggio articolato ma non come il nostro (Micromega, *ivi*, 172s). Solo in noi si è raggiunta la perfezione, congiuntamente all'asimmetria stabilizzata del nostro cervello bi-emisferico e lateralizzato, con l'area di Broca (linguaggio) molto vicina, sempre nell'emisfero sinistro, ai centri prefrontali del "pensiero" cosciente e

dell'area motoria della mano prevalente (la destra). Dato che i fasci si incrociano a mo' di chiasmo all'altezza del cervelletto, dal punto di vista motorio l'emisfero sinistro presiede alla parte destra del corpo, e il cervello destro a quella sinistra.

[Chi è paralizzato nella parte destra del corpo (lesione nell'emisfero sinistro, spesso vicino ai centri del linguaggio), in genere “non parla”; mentre chi è paralizzato nella parte sinistra (lesione nell'emisfero destro), avrà altri problemi ma “parla”.

La lateralizzazione più o meno accentuata degli emisferi è pure la ragione di una differenza fra uomini e donne: mentre le donne tendono a fare più cose contemporaneamente, e di una realtà colgono unitariamente i vari aspetti (pratico, teorico, emotivo, estetico...), gli uomini fanno una cosa sola per volta, e si concentrano su un solo aspetto alla volta. Il motivo non è storico-culturale (come il fatto di riservare alle donne i lavori domestici), ma organico-cerebrale: negli uomini i due emisferi si differenziano maggiormente e tendono specializzarsi su un lavoro singolo alla volta, mentre nelle donne (ad eccezione del periodo della gravidanza) i due emisferi rimangono più uniti differenziandosi di meno].

Non bisogna dimenticare che la capacità linguistica dipende da quella uditiva: i nostri bambini parlano solo a due anni circa, ma dopo aver ascoltato per tutto il primo biennio di vita (e forse già negli ultimi mesi di gravidanza). Ci interessano i primi tre elementi ossei di quel grandioso organo costituito dall'orecchio umano (di gran lunga più complesso dell'occhio): il *manico* del martello che oscilla, facendo vibrare l'*incudine* che muove la *staffa*, la quale comprime il fluido nella coclea...ecc. Le scimmie antropomorfe avevano (e hanno) una determinata morfologia dell'incudine e della staffa, ma un manico decisamente lungo, e fra l'altro sono prive del celebre gene *Foxp2*: il risultato è che erano “molto dure d'orecchio” e incapaci di emettere suoni articolati. Gli australopiteci poi (*affricanus*, *anamensis*, *afarensis*, vedi la tabella 2 alla fine), pur conservando la conformazione “scimmiesca” dell'incudine e della staffa, hanno sviluppato un manico (del martello) decisamente più corto, molto simile all'Homo sapiens: di conseguenza erano ancora “un po' duri d'orecchio” ma forse cominciavano ad emettere semplici e brevi suoni articolati. Solo nel genere Homo si è avuta una modifica dell'incudine e della staffa, e soprattutto l'accorciamento del manico del martello che ha permesso sia la percezione e sia l'emissione di suoni sempre più articolati, sotto la regia del gene *Foxp2*, fondamentale per il nostro linguaggio elaborato. Ma ritorneremo in futuro sul linguaggio (sulle aree corticali “perisilviane”, le stesse dei neuroni-specchio, oltre all'area di Broca e di Wernicke e l'area 10 di Brodman).

6.1 Le uscite dall'Africa: siamo giovani e africani

L'homo erectus (il fratello del nostro avo “bisnonno”; cfr la tabella 2 alla fine di questa prima parte; **ma le 6 tabelle, per comodità, saranno riportate anche a conclusione della seconda parte**) ha effettuato la prima grande migrazione fuori dall'Africa (out-of-Africa 1), seguito parecchio dopo dall'uomo di Neanderthal (il nostro “fratello maggiore”; out-of-Africa 2). Per quanto concerne la nostra specie, nata in Africa (sud)orientale circa 200.000 anni fa, l'ultima calibratura, basata sui reperti fossili e sul tasso medio di mutazione del DNA mitocondriale, ne situa l'uscita dall'Africa fra i 95.000 e i 62.000 anni fa (Giorgio Manzi, *L'ora esatta della nostra evoluzione*, in «Le Scienze», Giugno 2013, p. 22, e pure sull'orecchio nel numero seguente, Luglio 2013, p. 22). E' la terza grande migrazione, con un avanzamento medio di 100 km all'anno, prima in Asia, poi in Australia; ancora dopo in Europa e infine attraverso lo stretto di Bering nelle Americhe:

qualcuno però nella letteratura la chiama la seconda, perché trascura quella dei Neanderthaliani. Proprio i reperti di scheletri di morfologia moderna, ritrovati nella nostra cara e amata Palestina [il collo di bottiglia geografico e genetico da cui le popolazioni iniziarono a diffondersi e a differenziarsi; penso alle numerose genealogie di Genesi 1-11, anzi alla struttura fundamentalmente genealogica di quei primi capitoli], testimoniano l'uscita della nostra specie dal continente nero fra i 90.000 e 100.000 anni fa. Sono la fotografia, l'istantanea del passaggio dall'Africa in Asia minore (Vicino Oriente).

Non pare ci sia stato un esodo diretto dall'Africa nella penisola italiana; l'insediamento in essa dei nostri antenati "italici" è avvenuto praticamente alla fine della terza grande migrazione: Africa, Medio oriente, Asia, Europa centrale, valico delle Alpi con discesa nella pianura padana e nel resto della penisola. Il che è strano perché il Mediterraneo nelle varie ere, in seguito alle altalenanti chiusure e riaperture dello stretto di Gibilterra, ha avuto anche dei livelli di acqua più bassi ed ha volte si è seccato evaporando, per mancanza di alimentazione da parte dell'oceano Atlantico [che a sua volta si è aperto quando il Sud-America si è staccato dall'Africa; allora nella zona del futuro mediterraneo c'era l'oceano della Tetide]. I fossili testimoniano la presenza dell'elefante in Sicilia, che non è certamente venuto dall'Africa navigando; si tratta ovviamente dell'elefante poi diventato "nano", perché nelle isole le specie tendono a ridursi. La stranezza consiste nel fatto che il tragitto diretto dall'Africa alla Sicilia l'abbiano fatto gli elefanti e non i primi Sapiens (ma nemmeno l'Herectus e il Neanderthal), pur essendo forse già a quei tempi dei navigatori anche se "principianti". Le variazioni del Mediterraneo dipendono anche dalla variazione del livello degli oceani su scala planetaria; come l'innalzamento di 20 metri del livello del mare avvenuto 5 milioni di anni fa a causa dello scioglimento di grandi lastre di ghiaccio in Antartide dovuto al riscaldamento globale di allora. L'osservazione è intrigante per le attuali discussioni: ciò che è avvenuto allora è dovuto a cause naturali (l'uomo non c'era ancora); allora, ciò che è previsto per la fine di questo secolo, ossia lo stesso tipo di riscaldamento con la medesima concentrazione di anidride carbonica, è dovuto a cause naturali, o artificiali (quelle della nostra civiltà tecnologica)? Oppure a entrambe?

7. Lo spazio-tempo, poi la materia

Per ontologia primaria s'intende 1) lo spazio-tempo, nel cui ambito abbiamo le fluttuazioni del (falso) vuoto quantistico da cui *poi* si originerà la materia e 2) le cosiddette «leggi di natura»...; facciamo notare ancora una volta come l'azione iniziale di Dio sia consistita in astrazioni di tipo concettuale e spirituale (non in produzioni materiali), ma pur sempre nodi energetici di poteri causali suscettibili di ampi e futuri sviluppi.

Infatti «la curvatura...dello spazio-tempo dipende, o meglio *può* dipendere dalla distribuzione di materia in quell'intorno (la sua densità di massa per centimetro cubo). Il "può" ci ricorda che esistono soluzioni "vuote" delle equazioni di Einstein ($R_{ab} = 0$) in cui la curvatura è non nulla anche se la densità di materia è zero ($T_{ab} = 0$). In altre parole, la determinazione della curvatura da parte della materia è *parziale*» (Dorato 2005, 120; il citato slogan di Wheeler, all'inizio del par. 3, è molto incisivo ma non esatto); e, aggiungo io, lo spazio-tempo (incurvato anche in assenza di materia) ci segnala e conferma la nostra ipotesi che esso sia più originario della materia: quest'ultima viene dopo e sorge dallo spazio medesimo.

L'opera creativa prima e fondamentale (forse unica e diretta) di Dio è lo spazio-tempo; azione appunto di tipo spirituale perché lo spazio e il tempo non sono enti, non sono cose (Heidegger), e men che meno materiali...

Dalle fluttuazioni del vuoto si origineranno *poi* in scala ascendente, dal più piccolo al più grande, le *stringhe*, e/o i *preoni*, sino ai fermioni (quark/elettroni) e bosoni della teoria standard.

Secondo Einstein la meccanica quantistica era incompleta, non errata: lui stesso aveva contribuito alla sua elaborazione col quanto di luce (l'elemento di energia di Plank), la particella della luce (associata all'onda) poi chiamata fotone. Per questo lavoro-articolo del 1905 (e non per le due teorie della relatività) egli prese il Nobel nel 1921: probabilmente perché l'effetto foto-elettrico aveva ricadute pratiche più immediate, come poi successe per il laser, la fotocopiatrice e l'apertura delle porte/cancelli con sensori (come nei super-mercati).

Egli riconosceva i dati statistico-probabilistici della teoria dei quanti, che considerava validi nel loro livello di "superficie", ma a suo parere ci doveva essere uno strato più profondo di stampo classico e deterministico (trovava assurdo che un fotone potesse «scegliere» la propria traiettoria, se attraversare il *polarizzatore* od esserne respinto). Bisognava quindi scendere più in basso e più in profondità, nella speranza (per ora vana) di sconfiggere la probabilità trovando un substrato secco, lineare, non contingente e non probabilistico. La discesa è avvenuta (senza però trovare quel che Einstein si aspettava) sotto l'altra spinta einsteiniana (questa sì da accogliere) della cosiddetta "grande unificazione": quark, elettroni, neutrini e fotoni ci appaiono di natura diversa; ma scendendo nell'infinitamente piccolo ad energie sempre più alte si possono unificare, cioè considerarli fatti della stessa sostanza.

8. Preoni e stringhe

E' avvenuta una nuova conferma della teoria standard delle particelle (vedi la tabella 3 in fondo all'articolo, non perfettamente leggibile; è opportuno allargare lo schermo oltre il 100%, e/o con CTRL +): il raro decadimento del mesone *Bs* in due muoni. Solo una manciata su un miliardo di tali mesoni (costituiti da quark *bottom* legati ad un antiquark *strange*) decade nel modo suddetto, chiamata "oscillazione di sapore". I fisici hanno molta fantasia nel denominare: ad es. il quark *strange*, *charm*, e soprattutto i sapori e i colori. Nella nucleare forte, oltre alla carica elettrica (da cui l'*elettrodinamica* quantistica, coi diagrammi di Feynman), abbiamo un altro tipo di carica che è stata chiamata "di colore" (da cui la *cromodinamica* quantistica, o dinamica "colorata"); ovviamente le particelle non sono né saporite né colorate, ma i vari colori servono per ricordare meglio le combinazioni. Ad es. se una particella A, unendosi alla particella B, dà origine alla particella C, chiamo la prima "gialla", la seconda "blu" e la terza "verde: perché so che l'unione del giallo col blu mi dà il verde. Detto in altre parole, le combinazioni fra i colori corrispondono alle combinazioni fra le particelle (una volta che ho individuato il colore giusto da assegnare); compreso il fatto che la luce bianca è il risultato dell'unione di tutti i colori: ciò vale anche per la carica di colore.

Tornando alla nostra unificazione, già la teoria dei preoni riduce la ventina di particelle della teoria standard sostanzialmente a tre particelle da cui tutto deriva e di cui tutto è fatto [una elettricamente positiva siglata con +, avente + 1/3 di carica, una negativa con -

1/3 di carica elettrica siglata con $-$, ed una elettricamente neutra (0); vedi la tabella 4 alla fine].

Se le particelle sono diverse fra loro come nell'attuale teoria standard (tabella 3), soprattutto i fermioni (elettroni, positroni e quark) decisamente distinti dai bosoni (fotoni, gluoni, gravitoni), come fanno a trasformarsi gli uni negli altri? Dalla tabella 4 si capisce il perché: ad es. quando un elettrone [---] incontra la sua antiparticella di antimateria, ossia il positrone [+++], si annichilano in un lampo di luce-energia: perché ogni preone positivo si unisce al suo negativo [+ col -], dando origine a tre fotoni di luce [tre +-]. La piccola massa dell'elettrone e del positrone si è completamente trasformata nell'energia pura della luce; infatti il bosonico fotone ha carica elettrica 0 e massa nulla (tra i fermioni invece solo il neutrino non ha carica elettrica ed una massa piccolissima).

La stessa cosa si ha (sempre pensando ai celeberrimi diagrammi di R. Feynman in cui vale anche l'inverso delle trasformazioni che stiamo descrivendo) quando un quark [+ + 0] incontra l'antiquark [- - 0], producendo due fotoni di luce (due +-). Idem quando invece l'incontro elettrone-positrone da origine al bosone Z (che trasporta la forza nucleare debole, quella dei neutrini e delle emissioni radioattive): +++ - - -, ossia il bosone Z nella seconda versione della tabella 4. Il quark con l'antiquark danno invece origine a ++ - - 00, ossia il bosone nella sua terza versione (delle quattro possibili). Il positrone ad es. non è più qualcosa di esoterico, rintanato all'interno degli acceleratori; un'evoluzione della vecchia e gloriosa TAC (che sparava raggi X), ossia la macchina diagnostica della PET (acronimo in inglese che va invertito in italiano, Tomografia ad **E**missione di **P**ositroni) spara appunto tali particelle di anti-materia (oltre ai più familiari elettroni).

Tali particelle quantistiche emersero (come emergono in continuazione dal falso vuoto quantistico) dallo spazio-tempo originario: una prova ulteriore che quest'ultimo è più originario della materia. Con l'emergere dei preoni (o delle stringhe, cfr il capoverso seguente) il gioco è fatto per passare successivamente alla nucleo-sintesi atomica (nel cuore delle grandi stelle), e poi ancora, incastrando gli atomi sull'ossatura del carbonio nella chimica organica che si può sviluppare in pianeti di tipo terrestre, il passaggio alla struttura molecolare, vera chiave di volta della nostra realtà.

Scendendo invece ulteriormente nell'infinitamente piccolo la teoria delle stringhe riduce appunto tutto ad una sola cosa in due varianti: tutto ciò che esiste è costituito da stringhe o corde (unidimensionali) chiuse o aperte. L'analogia migliore è quella con le note del pianoforte: se la corda vibra a 440 herz abbiamo la nota *La* fondamentale; le note più acute rispetto a tale nota fondamentale hanno frequenza e vibrazioni maggiori, quelle più gravi minori. Allo stesso modo se una stringa-corda vibra con un tot di vibrazioni abbiamo ad es. il quark, con un numero di vibrazioni diverse il fotone, e così via per l'elettrone ecc. I costituenti indivisibili della materia sono la medesima entità, che vibra in modo diverso dando origine alle varie particelle elementari!

La teoria (o le teorie) delle stringhe, corde, brane (membrane) è molto complessa e diversificata, anche perché lavora con uno spazio pluridimensionale: otto-nove dimensioni spaziali, ossia le tre nostre consuete più le altre invisibili (o "arrotolate"?!).

Tali ulteriori dimensioni potrebbero forse spiegare il fenomeno più "miracoloso" della meccanica quantistica, la sua peculiarità a tutt'oggi inspiegata: vale a dire il fenomeno dell'*entanglement*, ossia dell'intreccio o groviglio quantistico. Due fotoni gemelli, partiti e generati dalla stessa fonte, se ne vanno in direzioni opposte e, pure distantissimi fra loro (anche agli estremi della nostra galassia), reagiscono in modo concorde se sottoposti nel

medesimo momento ad un test di polarizzazione: o entrambi dicono sì (cioè passano il polarizzatore) o ambedue dicono “no” (ne sono respinti). Come fanno a sapere del comportamento dell’altro in modo da dare la stessa concorde risposta, quando non è possibile comunicare istantaneamente e non è neppure possibile, anche se per dire fossero intelligenti, mettersi d’accordo in partenza? Nel caso degli elettroni gemelli abbiamo invece una risposta sempre discorde (ma la sostanza non cambia): se un elettrone dice “sì” (passa il test), l’altro dice no (non lo passa), e viceversa.

Orbene, le altre dimensioni spaziali suddette potrebbero collegare perennemente le due particelle e spiegare forse il loro comportamento: agiscono in modo concorde o discorde perché sono unite in continuazione e non solo nel momento del test [perché in tal caso la comunicazione dovrebbe viaggiare a velocità super-luminale..].

8.1 Unificazione: riduzione quantitativa ma ampliamento gnoseologico e filosofico

Quanto appena detto ci permette di capire il vero e proficuo significato del cosiddetto “riduzionismo”, che di solito viene attaccato e vituperato perché inteso nella sua accezione “volgare”...di ridurre tutto a mere cose quantitative, a fatti bruti e grezzi, a particelle in movimento.

Altra cosa è invece il processo di riduzione **unificante** caratteristico della storia della scienza moderna, che può essere vista come una continua unificazione con restringimento e limitazione delle forze e delle particelle all’indispensabile: da Copernico che ha unificato il moto di tutti i pianeti (Terra compresa) a Newton che tramite la gravitazione ha riunito la caduta di una mela coi moti planetari (senza più l’*impetus* di Buridano). Con l’elettromagnetismo (Maxwell) e la meccanica quantistica tutte le forze della natura sono state ridotte a 4 [nucleare forte, nucleare debole, forza elettromagnetica e forza gravitazionale] e poi a tre con l’unificazione della forza elettromagnetica con quella nucleare debole [nucleare forte, elettro-debole e gravitazionale].

Più in generale tutto è energia, perché la materia-massa non è altro che energia concentrata, come ben sappiamo dall’esperienza della bomba atomica.

Come diceva Heisenberg agganciandosi ad Eraclito [ha studiato i pre-socratici!], tutto è fuoco (cioè *energia*). Werner Heisenberg, uno dei fondatori della meccanica quantistica celebre per il principio d’indeterminazione, ha portato assieme a Max Planck la probabilità nel cuore dell’atomo. Proseguendo la frequentazione della filosofia antica, la probabilità-possibilità secondo Werner non è altro che la “*potentia*” (la potenza che si distingue dall’atto) di Aristotele. La funzione d’onda quantistica contiene un mare di potenzialità: probabilità più alte al centro della classica curva a campana, più basse ai lati. Così l’aristotelico Heisenberg, che va unito al kantiano Einstein, secondo cui le grandi teorie della fisica sono “libere creazioni del pensiero” che corrispondono alla realtà (e devono farlo, cioè rendere conto dei dati sperimentali; non si può dire fantasiosamente quel che si vuole...) *senza* tuttavia esserne una *fotocopia*. Quantunque i dati (grezzi) provenienti dall’esperienza sensibile influenzino e indirizzino in qualche modo la teoria, quest’ultima non è ricavata e non è ricavabile dall’esperienza (più kantiano di così...).

I dati grezzi hanno bisogno di strutture e di significato; il cervello fiuta (che le cose spesso non sono come sembrano), indovina, verifica e modifica le sue conclusioni. Alla questione dell’a-priori o a-posteriori ha fornito un valido contributo Konrad Lorenz (quello delle oche) quando, per dargli una cattedra universitaria (in quel momento non ce

n'erano libere in etologia/biologia e simili), gli è stata assegnata la cattedra di filosofia di Königsberg, quella di Kant!! Si è quindi dovuto “ripassare” la filosofia, dedicandosi tutto sommato con dignità all'aspetto filosofico ad es. dell'imprinting, dei comportamenti animali, dell'innatismo, della trasmissione genetica ecc. Per farla breve certi istinti e categorie, pur non essendo apprese dall'esperienza dell'individuo attuale, sono state apprese in un passato più o meno lontano dalla specie e trasmesse geneticamente: per questo, relativamente all'individuo è da considerarsi innato e a-priorico, mentre l'acquisizione passata è da considerarsi un a-posteriori poi trasmesso. Abbiamo un innatismo per l'ontogenesi (organismi attuali), ma un a-posteriori per la filogenesi: innatismo e a-posteriori non necessariamente si escludono.

Fatta questa doverosa precisazione, ciò nondimeno le (grandi) teorie sono a mio parere un giudizio sintetico *a priori*: l'unica riserva di Einstein nei confronti del filosofo di Königsberg è il fatto che, a parere del fisico di Ulm, l'a-priori kantiano era un po' troppo rigido, perché pensava ad es. al carattere universale dell'unica geometria possibile, quella parabolica di Euclide. Esso invece deve essere pensato come più flessibile: ad es. non solo la geometria euclidea, pensata da Kant come l'unica prefissata nell'a-priori, ma anche quelle non euclidee curve, come l'ellittica di Riemann e l'iperbolica di Lobacevskij.

Le diverse geometrie curve si fondano sul differente modo di negare il 5° postulato di Euclide che afferma: dati su un piano una retta (ad es. in basso) ed un punto (sopra la retta in alto), si può condurre per quel punto una sola parallela alla retta data. Se lo si nega (guardando solo alla parte sopra la retta) dicendo che non passa nessuna parallela (cioè tutte prima o poi si incurvano in modo da intersecare la nostra retta pensata in basso), abbiamo la geometria dell'angolo ottuso: in un triangolo la somma degli angoli interni è maggiore di 180 gradi (dell'angolo piatto; come sulla superficie sferica della Terra, in cui un triangolo sufficientemente grande, diciamo Torino-Mosca-Atene, risulta piegato-incurvato). Secondo la lucida proposta di Riemann, essa può essere sferica (le linee suddette vanno pensate come chiuse), oppure ellittica (non chiuse).

Se invece si afferma che passano più parallele (cioè due, o più, anche infinite, che si incurvano verso l'alto in modo da non intersecare mai la nostra retta), abbiamo la geometria dell'angolo acuto: in tal caso nel triangolo la somma degli angoli interni è minore di 180 gradi (dell'angolo piatto), come quelle iperboliche di Lobacevskij e Bolyai. In questo nuovo quadro per definizione la parallela è una linea che non interseca mai la nostra retta, non importa se la linea è diritta o curva ai nostri occhi.

Se è con la logica che si dimostra, è con l'intuizione che si inventa (Poincaré). All'intuizione, in particolare a quella geometrica, spetta un ruolo fondamentale; la geometria con le sue intuizioni, da Euclide ad Einstein è diventata quasi uno stile, una forma di vita (cfr. Il Sole 24 ore, Dom 30 Giu 2013, nella stessa pagina 28 dedicata a Poincaré). E' la “Analysis Situs” di Poincaré, poi chiamata Topologia (studio dei luoghi), o “Topologia dei dati”, sino all'odierna topologia computazionale.

Da tutto questo impianto (a partire dall'articolo di Eulero del 1736 sui *Sette ponti di Königsberg*), sono nate le geometrie non euclidee per opera di Gauss, Lobacevskij, Bolyai e Riemann sino alla sistemazione di David Hilbert: il cosiddetto spazio di Hilbert utilizzato spesso anche in teoria quantistica.

Secondo Heidegger i grandi fisici del '900 sono stati tali anche e soprattutto perché **hanno pensato filosoficamente** (Einstein, Heisenberg, Bohr...); non abbiamo trovato alcun riscontro della vulgata della celebre frase attribuita ad Heidegger che “la scienza non pensa”. Anzi ho trovato che in due passi dice esattamente il contrario. Infatti in *Essere e tempo*, UTET-Torino 1986, sottolinea che l'autentico «movimento delle scienze ha luogo nella revisione – più o meno radicale e a se stessa trasparente – dei loro concetti fondamentali»; il che è avvenuto in matematica, fisica, biologia, storia e persino nella teologia (p. 62s, nella traduzione di Pietro Chiodi). Forse Heidegger può aver detto che semmai la tecnica, la *tecne* non pensa...

Lo ripete pure ne *La questione della cosa*, Micromegas-Guida editori Napoli 1989, corso universitario (Vorlesung) del semestre invernale 1935-36 in cui ciò che è propriamente in questione è la scienza moderna, a cura e nella traduzione di Vincenzo Vitiello: «La grandezza e la superiorità della scienza naturale del XVI e XVII secolo sta in ciò che quegli scienziati erano tutti filosofi.Oggi i migliori ingegni della fisica atomica, Niels Bohr e Heisenberg, **pensano sempre filosoficamente**, e per questo creano nuove prospettive di ricerca e si mantengono fedeli al loro atteggiamento problematico, anzitutto» (p. 97).

Lo spazio-tempo donato da Dio è perciò effervescente, dinamico e ricco di *potenzialità* sin dalle condizioni iniziali: non necessariamente quelle del big-bang del nostro universo ma anche eventualmente quelle della fase antecedente di contrazione del mondo precedente (con l'introduzione di nuovi campi come quello "dilatonic"), teorizzato dalla succitata teoria delle stringhe anche se ancor priva di verifica sperimentale, che poi è sfociato nel big-bang (buco bianco) del nostro universo che ha iniziato l'espansione standard con l'iniziale processo inflazionario.

9. Le leggi di natura fra Terra e Cielo

Precisiamo che con “leggi di natura” intendiamo quelle della fisica (molte), della chimica (poche) e praticamente nessuna in biologia, se per *legge* s'intende un'asserzione espressa rigorosamente e compiutamente in forma matematizzata (altrimenti sono le leggi della scienza in generale e genericamente, ossia delle regolarità più o meno vincolanti, inglobando anche le leggi probabilistiche che abbiamo imparato ad apprezzare, queste sì presenti in biologia come nella genetica delle popolazioni e nella variabilità-ricombinazione-distribuzione degli alleli). Con la dizione invece di “legge naturale” facciamo riferimento a quella presunta che, partendo dalle strutture e comportamenti biologici, intende trasferirli immediatamente in campo morale, come nell'enciclica *Humanae vitae* di Paolo VI per condannare la contraccezione artificiale, o come si fa oggi per deplorare l'omosessualità o negare ai transessuali il riconoscimento giuridico del loro “cambiamento di sesso”.

Possiamo soprassedere, per ora, allo scottante problema se le leggi di natura esistano là fuori intrinseche alla realtà, o se siano invece un prodotto della nostra intelligenza [che corrispondono certo alla realtà ma non ne sono la fotocopia], se cioè esistano in quanto tali (kantianamente) solo nella nostra mente (oltre che in *mente Dei*), come appena detto sopra a proposito delle teorie.

Le (grandi) teorie a nostro parere sono sicuramente un giudizio sintetico a priori (come già spiegato nel par. 8.1); per le leggi più corpose, che stanno un gradino sotto le teorie, la

cosa è più incerta e controversa. Scendendo ancora, le leggi di più basso profilo (come quella di Boyle sui gas, vedi appena più sotto il par. 9.2 sulle leggi di coesistenza, o quelle puramente descrittive), i dati, le quantità e le misurazioni sono invece ricavati direttamente dall'esperienza (giudizi sintetici a posteriori). Lasciamo perdere l'annoso problema di dove situare le qualità (i *qualia*); e la causa?

E' un a-priori come pensava Kant, oppure un a-posteriori (ricavato dall'esperienza)? Le cause della fisica classica (non relativistica) possiamo considerarle tutto sommato un a-posteriori? Forse sì, come nel caso dello scontro fra biglie; probabilmente David Hume ha ragione per i livelli più alti, ma ha scelto l'esempio meno congruente. Infelice infatti è quello delle palle da biliardo, perché di basso livello come le misurazioni, i dati e le quantità. Nel caso dello scontro fra biglie abbiamo come causa il principio di conservazione della quantità di moto, che non è una "abitudine"...

Al di là della distinzione kantiana, restano comunque da valutare quelle probabilistiche della fisica quantistica: come già detto nei precedenti articoli, una causa al 50, 40, 30, 20% è ancora una causa? Tali probabilità possono riassorbire il concetto di causa, o sono un'altra cosa?

9.1 Leggi di successione

Le leggi di natura, quelle di *successione*, significano:

- a) date le condizioni iniziali spazio-temporali, è avvenuto un divenire probabilistico (legge sequenziale) regolato da:
- b) le costanti di natura;
- c) dai principi di conservazione (della massa-energia, del momento angolare, della quantità di moto...ecc.). Einstein e Grossmann hanno dovuto lavorare per mantenere la conservazione della massa-energia (non gravitazionale) nel secondo membro dell'equazione (quello sul lato destro; tecnicamente hanno dovuto ottenere una quadri-divergenza co-variante nulla);
- d) dalle singole leggi relative a quel particolare stato o fenomeno via via generatosi.

9.2 Leggi di coesistenza

Abbiamo inoltre le leggi di coesistenza, senza nessun legame causale fra i due elementi dell'equazione, come ad es. nella legge di Boyle sui gas *perfetti*, che sono una idealizzazione, un modello di un gas reale, perché utilmente trascurano le forze di coesione molecolare; ma la fisica procede con tali modelli approssimati e schematizzati..:

$$P V = k$$

La legge ci consente di affermare che, raddoppiando il volume di un gas contenuto in un cilindro, la sua pressione si dimezza o viceversa, in modo da conservare la costanza del loro prodotto [a condizione che la temperatura rimanga invariata]. Ma non ci dice nulla sull'evoluzione temporale del sistema (Dorato 2000, 81s).

Le leggi di coesistenza (diciamo che sono in parallelo, mentre quelle di successione sono in serie) escludono qualunque legame causale tra le grandezze o proprietà in questione. Ciò vale, anche se non sembra a prima vista, pure della tanto decantata legge di Newton sulla gravitazione universale [che fra l'altro non è universale (perché vale solo per le nostre piccole masse e velocità), ed è pure "sbagliata" perché prevede un'azione istantanea a distanza impossibile (primo errore), e, se ha ragione Einstein, non è neppure un'azione attrattiva (secondo errore)!]. Proprio a causa di tale presunta azione istantanea a velocità infinita, la legge non collega ad es. due stati del sistema Terra-Sole

individuabili in istanti diversi, ma proprietà-grandezze che tali due corpi manifestano simultaneamente-istantaneamente, senza alcuna possibilità di stabilire una linea di evoluzione temporale del fenomeno (Dorato 2000, 81).

Non è possibile trasformare *direttamente* la legge di Newton in equazioni differenziali che ci diano la successione temporale delle orbite (come invece molti pensano). Newton è solo il punto di partenza, per complesse operazioni che passano attraverso la terza legge di Keplero, l'equazione di Keplero generalizzata, il teorema di Lambert (1760) e la traiettoria di Hohmann (1925; calcoli elaborati ben prima dell'inizio dell'astronautica), per finire col calcolo dell'eventuale ΔV (delta V, cioè la differenza di velocità acquisita in accelerazione), ossia il colpo di frustra gravitazionale, la fiondata che ad es. subisce una sonda quando aggira il pianeta di lato col sorvolo ravvicinato, incurvando la sua traiettoria ma aumentando la velocità (il cosiddetto Flyby).

9.3 Il viaggio fra i cieli danteschi: dalla Luna a Saturno

Con l'astronautica abbiamo "rifatto" il viaggio di Dante fra i cieli antichi: direttamente sulla Luna, con sonde automatiche negli altri sino al cielo di Saturno grazie alla Cassini, ossia al settimo cielo (da cui l'espressione di giubilo "essere al settimo cielo) del mondo antico e medievale. Al pianeta è stato dato il nome di un Dio, Saturno, Cronos in greco, appunto il Dio del tempo. E' una suggestione che ci riporta alla nostra tematica del dono principale del tempo (e spazio) da parte di Dio; il tempo è il cuore dell'essere e delle sue possibilità, da cui poi sorgeranno gli enti. Lo colleghiamo alla problematica heideggeriana di "Essere e Tempo": mentre nel titolo e all'inizio dell'opera *Essere e Tempo* sono collegati dalla congiunzione [e], alla fine saranno legati dalla copula [è]: l'essere è tempo, temporalità, il dono primigenio di Dio. L'esserci (umano) non *ha* delle possibilità, bensì *è* le sue possibilità; «Höher als die Wirklichkeit steht die Möglichkeit», «Più in alto della realtà si trova la possibilità» (*Essere e tempo*, op. cit., UTET, TO 1986, p. 100, alla fine della lunga introduzione, immediatamente prima dello schema dell'opera), una frase-chiave della filosofia del '900.

L'essenza non è nella semplice presenza della cosa-e, nella realtà data, ma la genuina essenza è nella loro inesauribilità...(Vitiello p. 31, introduzione a *La questione della cosa*, op. cit.). L'esserci è sempre la sua possibilità.

Nel punto 5 abbiamo sottolineato il programma filosofico-teologico di pensare Dio sotto il primato del possibile. Quanto detto sopra può quindi valere benissimo anche per Dio; tale possibile non è solo a Lui esterno, bensì anche interno: pure Dio «è la/e sua/e possibilità».

9.3.1 Le fiondate della Cassini

Sono un classico le varie frustate gravitazionali (tutte sulla destra dei pianeti) della sonda Cassini-Huygens per raggiungere Saturno. Lo si è fatto per risparmiare carburante che nella fase di lancio sarebbe risultato gravoso per la sonda interplanetaria più grande mai costruita; già la Cassini pesava 6 tonnellate sulla storica rampa 39 (A o B, a seconda del tipo di lancio) del Kennedy Space Center di Cape Canaveral. Il primo Sputnik, lanciato dal cosmodromo di Bajkonur nel Kazakistan il 4 ottobre 1957, messo in orbita da Sergej Korolev, l'equivalente russo di Wernher von Braun alla Nasa, pesava solo una trentina di chili; era una boccia di metallo semivuota con una lunga antenna che trasmise il famoso bip-bip captato da tutte le stazioni radio.

Ricordiamo l'altra figura, pressoché sconosciuta, che ha affiancato Von Braun come amico e collaboratore, ossia il compianto Rocco Petrone, nato negli Stati Uniti subito dopo l'arrivo dei suoi genitori emigrati dalla Basilicata, dal paesino lucano di Sasso di Castalda (Potenza), e rimasto ben presto orfano di padre. Certo von Braun ha ideato e progettato il razzo Saturno V, sulla base dell'esperienza maturata con la V1 e la V2 durante la seconda guerra mondiale: è il padre della missilistica. Ma l'organizzatore e il sovrintendente supremo di tutto il programma Apollo fu Petrone, nonché direttore del lancio da Cape Kennedy per lo storico allunaggio nel Luglio del 1969. Se fosse stato ancora lui il direttore dei lanci, non sarebbe successo il disastro del Challenger il 28 Gennaio 1986 che esplose, meglio si disintegrò subito dopo il decollo con la morte di ben 7 astronauti; lui lo aveva vivamente sconsigliato date le temperature "polari" di quel fine-gennaio: in effetti il ghiaccio notturno aveva compromesso certe giunture portanti. Il fatto che Petrone pensasse allo scudo termico (e non ai giunti) non toglie nulla alla sua intuizione; che poi si rivelò esatta nella seconda grande tragedia dell'altra navetta Columbia (di cui ricorre il decennale) che, essendosi danneggiate alcune "piastrelle" dello scudo termico (in particolare sull'ala sinistra) in partenza, al rientro in atmosfera alla fine della missione, date le altissime temperature dell'attrito, si liquefò andando in mille pezzi (il 1 Febbraio 2003, con la perdita di altri 7 astronauti; era partita il 16 Gennaio, sempre in inverno! Il disastro del Challenger non aveva insegnato nulla). La causa della tragedia del Challenger fu appunto individuata dal fisico teorico Richard Feynman (non hanno la testa fra le nuvole) a cui era ricorsa la Nasa perché i suoi ingegneri e fisici pratici non avevano cavato un ragno dal buco. Feynman non era solo esperto di "astrusi" diagrammi (che sono tuttavia il cardine della teoria standard delle particelle, dell'elettro-dinamica e della cromo-dinamica quantistica; cfr. il paragrafo 8 del mio testo), ma spiegò in televisione con un bicchier d'acqua e del ghiaccio cos'era avvenuto nei giunti dello Shuttle.

Ritornando alla Cassini, portare in orbita di parcheggio intorno alla terra, diciamo, altre due tonnellate di idrogeno e ossigeno liquido [per fornire la spinta direttamente verso Saturno con una buona accelerazione] sarebbe stato rischioso per il vettore Titan 4 B (nel 1997 il razzo più potente in dotazione alla Nasa; il Saturno V delle missioni lunari era stato dismesso). Si è quindi optato per una serie di colpi di frusta per accelerare senza usare del propellente zavorrante in partenza. La Cassini ha acceso il *suo* motore una prima volta solo per poco tempo (con modesto consumo di carburante) per sganciarsi dalla Terra (ossia passare dalla prima velocità cosmica di circa 8 km/s, i 28.000 all'ora dell'orbita di parcheggio fornitale dal razzo-vettore Titan 4 B, alla seconda velocità cosmica di 11 km/s, circa 40.000 all'ora) ma in direzione di Venere (dalla parte opposta rispetto a Saturno; vedi la piantina alla fine, alla tabella 6). E' un altro concetto di non immediata recezione a scuola: il "bestione" sulla rampa di lancio è alto circa 111 metri; circa 96 erano costituiti, nel programma Apollo, dal gigantesco vettore Saturno V coi suoi tre stadi, tutto a perdere dopo aver fornito la spinta. Si salvavano in cima solo la capsula Apollo (circa 11 metri tra modulo di comando e modulo di servizio) e il modulo lunare (circa 4 metri) che effettueranno il viaggio: i miei amici, che le hanno viste nei musei statunitensi, sono rimasti colpiti dalla loro "piccolezza", soprattutto dalla ristrettezza della cabina per l'equipaggio (modulo di comando), coi suoi 3,47 metri di lunghezza, 3,90 di diametro, per un totale di soli 6,17 metri-cubi di spazio. Idem per il vettore Titan, i cui resti, dopo aver fornito la poderosa spinta, sono precipitati nell'Atlantico; solo la sonda Cassini (col modulo Huygens poi paracadutato su Titano, la luna più grande di Saturno) ha fatto il viaggio interplanetario. A tutto ciò è stato portato un seppur parziale rimedio

con gli Shuttles; pur permanendo del notevole materiale a perdere, costituito dai motori a propellente solido e liquido, la navicella dopo la missione rientrava come un aereo ed era utile per altri viaggi.

Decollata il 15 ottobre 1997 dalla Florida, la Cassini ha effettuato una prima fiondata con Venere il 26 Aprile 98 e poi, dopo quasi due orbite solari alla stessa distanza di Venere dal Sole, 2° Flyby col pianeta venusiano il 21 Giugno 99 (vedi la Tabella 6 in fondo). Con l'accelerazione di due fiondate ha raggiunto la Terra in soli due mesi per il Flyby col nostro pianeta il 18 Agosto 99: il passaggio doveva essere preciso, ossia non troppo interno per non sfiorare l'atmosfera, nel qual caso la sonda si sarebbe incendiata ed esplosa, con un reattore nucleare a bordo (!!)

per la produzione di energia elettrica. Ci furono momenti di apprensione e tensione perché erano altalenanti ed a singhiozzo i flussi di comunicazione tra la sonda e le basi prima australiana e poi spagnola (data la rotazione della Terra, in sequenza le riceventi allineate con l'antenna della Cassini), e di conseguenza col centro di controllo in California. Se vogliamo, si tratta di un'altra dimostrazione della rotazione della Terra, di cui non c'era ovviamente alcun bisogno; ma il ragionamento è interessante se mettiamo ancora una volta a confronto, come Galileo, i due massimi sistemi. Dal punto di vista di un osservatore terrestre, data la relatività del moto, il sistema tolemaico e quello copernicano si equivalevano sostanzialmente nello spiegare il movimento della volta celeste con le stelle e i pianeti (cfr nella seconda parte il par. 9.4.6, in cui Tolomeo in modo geniale anticipa col suo equante la seconda legge di Keplero). Ma con l'astronautica l'equivalenza non funziona più: consideriamo l'avvicinamento della Cassini alla Terra per il sorvolo ravvicinato sul lato destro del nostro pianeta rispetto al senso di marcia della sonda. Che l'antenna australiana non capti più nulla a vantaggio di quella spagnola, può essere *temporaneamente* spiegato con la rotazione della volta celeste (la quale, data l'inesistenza del vuoto per gli antichi e pure per i medievali, trascinerrebbe con sé la Cassini) verso Occidente. Ma in questo caso la Cassini avrebbe centrato perpendicolarmente il nostro pianeta (esplosendo), o l'avrebbe preso sul lato sinistro con una uscita dal flyby in direzione opposta, perdendo la traiettoria per Giove. Il fatto che la Cassini non si sia schiantata contro l'atmosfera ma abbia raggiunto poi Giove nel 2000 (per l'ultimo flyby di accelerazione verso Saturno), dimostra la rotazione della Terra a vantaggio di Copernico. I due massimi sistemi non sono entrambi reali come i vari sistemi di riferimento visti sopra a proposito della relatività ristretta (cfr par. 3.1, 3.2 e 3.3): in quest'ultimi la realtà è come ti appare nel tuo sistema di riferimento, perché non ne esiste uno privilegiato, migliore, o più vero; *l'apparenza è realtà*. Invece nel caso del confronto Tolomeo-Copernico, ce n'è uno privilegiato che condanna l'altro all'obsolescenza ed alla illusione ottica: la realtà non è come ti appare, l'apparenza *non* è realtà [Amicus Plato-Ptolomeus, magis amica veritas].

Thomas Kuhn, sia nella *Rivoluzione copernicana* e sia nella *Storia delle rivoluzioni scientifiche*, è sì ricco di spunti interessanti, ma non sembra aver capito bene la faccenda; certo i paradigmi cambiano, ma non sono equivalenti come i sistemi inerziali in relatività ristretta. La relatività del moto è un'altra cosa, e maledettamente intrigante: vediamo solo i moti degli altri che noi non abbiamo (ad es. sulla terra per il moto di rivoluzione di 30 km/s, niente male, di cui non ci accorgiamo perché lo condividiamo tutti; per questo vediamo solo il moto della pietra che cade dalla torre di Pisa (Galileo; perché noi non ce l'abbiamo).

E per di più, per confondere ulteriormente le idee, il nostro moto proprio si trasferisce sull'oggetto guardato in senso inverso, come nel caso della volta celeste, ma anche dei prati/alberi/strada quando andiamo in macchina...

9.3.2 Il panico nel primo allunaggio

Tuttavia la tensione per il flyby della Cassini con la Terra non è stato niente in confronto a quello che è avvenuto negli ultimi 30 km della discesa del LEM (Modulo lunare, in gergo “aquila”) sulla Luna il 20 luglio del 1969, in cui ne succedettero di tutti i colori:

a) I dati del radar non combaciavano con quelli del computer di bordo;
b) Il compianto Neil Armstrong si accorse che erano in gergo “lunghi”, come un aereo che sta atterrando troppo veloce e rischia di andare oltre la pista. Il luogo esatto prescelto per l'allunaggio nel “mare della tranquillità”, bello, pianeggiante e senza rocce sporgenti era “perduto”; fu giocoforza allunare più avanti rispetto alla direzione di discesa troppo rapida.

c) Per di più il computer ad un certo punto segnalò «Program Alarm 1202» (cioè allarme di programma con codice d'errore 1202; poi si verificarono anche gli errori 1201 e 1203), che fece diventare tutti paonazzi nella sala di controllo di Houston. L'allora ventiseienne (!) ingegnere informatico Stephen Bales, responsabile dell'elettronica del LEM, sbirciando fra i propri appunti scritti a mano (c'è la foto in Internet), decise che si poteva ignorare il messaggio e continuare, poiché:

I) Non era grave perché segnalava “solo” un sovraccarico di lavoro; per rimediare il PC aveva iniziato a scartare alcuni processi meno importanti di bassa priorità (ad es. aggiornare il display per gli astronauti), ma avrebbe conservato le funzioni di alta priorità (come mantenere l'assetto dell' “aquila”).

II) Grazie a Dio Bales non aveva messo quel numero fra i 12 che invece aveva inserito nell'algoritmo del “Power Descent”: cioè se il PC avesse segnalato uno di quei dodici, automaticamente si sarebbe acceso il motore di risalita del LEM facendo fallire l'allunaggio [di quella serie numerica c'era solo il 1204 e 1206; e si verificarono gli errori dal 1201 al 1203!). L'accensione di tale motore di risalita, situato più all'interno, avrebbe sganciato il motore di discesa alla base con la relative rampe di appoggio per allunare; esse sono poi rimaste sulla Luna, perché hanno costituito la piattaforma di lancio per la risalita dopo il riuscito allunaggio.

Di fatto Armstrong allunò “ad occhio” manovrando manualmente [col battito cardiaco che era arrivato a 150 battiti al minuto] e scegliendo in fretta il luogo meno inadatto, cercando di evitare le rocce sporgenti e i terreni inclinati (che avrebbero potuto far ribaltare il LEM). Il LEM allunò quasi “a secco”; nel motore di discesa rimaneva carburante solo per altri 10 secondi di volo. Da tale momento critico si può capire la celebre diatriba fra Tito Stagno (negli studi di Roma, ma collegato tramite l'auricolare con le conversazioni fra gli astronauti e Houston) e Ruggero Orlando negli Stati Uniti se avessero già allunato o meno. Comunque coloro che pensavano che le probabilità di riuscita dell'intera missione fossero del 50% non avevano tutti i torti.

9.3.3 La Huygens paracadutata su Titano

Tornando al Flyby della Cassini con la Terra, esso non doveva neppure essere troppo esterno perdendo la traiettoria per il sorvolo ravvicinato di Giove (non dove era in quel momento, bensì dove sarebbe stato alla fine del 2000), buttando al macero milioni di euro/dollari. Ultimo Flyby col gigante del sistema solare il 30 Dicembre 2000, per poi puntare verso Saturno (dove sarebbe stato 4 anni dopo). I calcoli di tutte queste traiettorie e flyby sono complicatissimi; certo ci sono dei buoni softwares al riguardo, ma qualcuno li ha dovuti elaborare, come il comasco Antonio Butò, astronomo, ingegnere e studioso di

meccanica celeste. I calcoli devono essere esatti e poi, cosa altrettanto complessa, devono essere trasformati in algoritmi per i computer, come ha fatto Butò raggruppandoli in un uno grande algoritmo in linguaggio Pascal.

Il 1 Luglio 2004 seconda accensione del motore (dei retrorazzi in frenata) per farsi catturare da Saturno, entrando in orbita ellittica stabile e duratura nel sistema degli anelli, dove tuttora sta monitorando Saturno e le sue lune, in particolare Encelado e Titano; su quest'ultimo è stata paracadutata, subito all'arrivo, la mini-sonda Huygens che, sia nella fase di discesa e sia una volta arrivata sulla superficie, ha effettuato le sue rilevazioni dell'atmosfera e del suolo per circa due ore. A meno 180 gradi non si può resistere di più: ma è stato un tempo più che sufficiente per gli strumenti per compiere le analisi per poi inviare i dati alla sonda-madre Cassini in orbita attorno a Saturno.

Titano è interessante per i suoi laghi di metano liquido, per la sua *atmosfera* di metano, azoto, argon, idrocarburi, la quale, se non fosse per l'abissale differenza di temperatura (appunto meno 180 gradi; una cosa tutt'altro che trascurabile), è molto simile a quella primordiale della Terra priva di ossigeno, che appunto per questo ha favorito l'origine della vita (l'ossigeno è un tremendo ossidante che blocca la vita ai suoi inizi, anche oggi se per assurdo in qualche anfratto terrestre od oceanico ci fossero le condizioni perché la vita ricominci partendo da zero). L'atmosfera terrestre successiva ha una chiara impronta biologica: le forme di vita in grado di produrre la grandiosa fotosintesi clorofilliana (cianobatteri, alghe, piante) hanno portato all'accumulo di ossigeno, che ha consentito fra l'altro la formazione dello strato di ozono che ci protegge dai raggi ultravioletti. Ma non dobbiamo la vita solo agli amici batteri (quelli "buoni" presenti a pltoni affiancati nel nostro organismo, in particolare nell'apparato digerente) ed alle amate piante, bensì anche ai molluschi ed ai coralli che con i loro gusci e conchiglie hanno trasformato il biossido di carbonio in carbonato di calcio. Se non l'avessero intrappolato nei loro gusci, esso avrebbe creato un effetto-serra simile a quello di Venere: 450 gradi al suolo (fonde il piombo), con una pressione spaventosa che ci ridurrebbe in poltiglia, e con un dilagante acido solforico (col relativo insopportabile odore di uova marce). Titano ci può quindi fornire testimonianze su quel che è avvenuto sul nostro pianeta nel primo miliardo di anni, di cui mancano i reperti geologici.

Oltre a Titano, è interessante pure Encelado per l'eventuale acqua liquida sotto i suoi ghiacci: l'acqua allo stato liquido è fondamentale per il sorgere e lo sviluppo del nostro tipo di vita, diversamente dallo stato ghiacciato. Il ghiaccio semmai potrà essere utile agli astronauti per ricavarne acqua potabile, e poi con l'elettrolisi eventualmente ossigeno e idrogeno. Potrebbe servire anche quello sulla Luna, presente ai poli e nei crateri dove non arriva mai la luce solare, per costruirvi vicino delle future basi lunari, come si ipotizza da tempo.

9.3.4 Il giorno in cui la Terra che sorrise...

Con la suddetta manovra in areo-frenata su Saturno si è consumato una quantità discreta, per non dire notevole di carburante, ma era necessaria per evitare di compiere un altro Flyby proseguendo nell'orbita iperbolica (come ha fatto il Voyager 2) verso Urano, Nettuno e i confini del sistema solare. Per questi calcoli di una certa complessità la legge di Newton è di rilevanza minima, costituendo solo l'inizio; è paragonabile al punto di partenza per l'esegesi dei primi capitoli della Bibbia, ad es. il sapere che c'è un primo racconto sacerdotale della creazione (1,1-2,4a) seguito da un secondo jahvista (che è più

antico del primo, anche se messo dopo): tutto il resto dell'interpretazione è da costruire dalle fondamenta.

La Cassini, come prima i Voyagers, sta inviando una marea di dati dalla sua grande antenna parabolica perennemente rivolta verso la madre-Terra, ma rarissimamente la riprende. Proprio il 19 Luglio scorso (2013) secondo Patrizia Caraveo (domenicale del Sole 24 ore, 28 Luglio 2013, p. 27) passerà nella storia come “il giorno che la Terra sorrise”. In tal giorno infatti prima la sonda Messenger, in orbita attorno a Mercurio, e poi la Cassini hanno inquadrato e immortalato la cara vecchia Terra. Dato che tali ritratti dalla profondità dello spazio sono opportunità abbastanza rare (per la necessaria combinazione propizia della posizione della sonda, nell'orbita del “suo” pianeta, della Terra e del Sole), solo 3 volte la Terra è stata ripresa dalla periferia del sistema solare. La prima volta avvenne nel 1990 per opera del Voyager 1, da 40 unità astronomiche (6 miliardi di km), già ben oltre l'orbita di Nettuno-Plutone. L'immagine fu battezzata dal compianto astrofisico Carl Sagan *pale blue dot, pallido pallino blu-azzurro*. Poi lo fece la Cassini nel 2006, ritraendo la Terra in mezzo agli anelli di Saturno. L'ultima appunto il 19 Luglio scorso in cui la Cassini, approfittando della posizione favorevole dietro l'ombra di Saturno, ha scattato oltre 300 immagini ad alta risoluzione degli anelli, fra i quali fanno capolino la Terra blu e la Luna bianca.

Ma subito all'inizio della seconda parte (par. 9.4), passeremo a quando la Terra è stata vista e immortalata da vicino, a cominciare dall'epocale viaggio di Apollo 8 nei giorni del Natale 1968, a mio parere con una portata simbolica maggiore dell'allunaggio di sette mesi dopo.

Conclusione della Prima Parte

Tirando le fila di questa prima parte, secondo l'auspicio ed il desiderio più profondo di Dio che aveva inaugurato il tutto col dono dello spazio-tempo originario, una Terra ha prodotto esseri viventi, tutti imparentati fra loro; condividiamo un *antenato comune* con praticamente *tutte le specie* animali (non solo con le scimmie). Ad es. 100 milioni di anni fa è vissuto l'antenato comune a *noi* (alla linea che poi ha portato a noi) ed al *topo* (alla linea che ha portato poi al topo attuale): esso tuttavia non era molto diverso da un topolino, scoiattolino attuale [Mauro Pedrazzoli, *L'alba dell'uomo in rapporto agli animali*, in “Filosofia e Teologia” n. 1, anno 2011, intitolato “Animali”, pp. 51-70].

Gli animali di un tempo sono i nostri avi, i nostri bis-bis-bis avoli, e quelli attuali i nostri cugini più o meno alla lontana. Nella scia delle genealogie, che sono la struttura portante di Genesi 1-11 (cfr Tabella 1; non sono una cosa ingenua da sottovalutare), in cui si vive fino a 900 anni per poi scendere, - nella Tabella 2 abbiamo accorciato i tempi delle ere geologiche rapportandoli ai tempi più “umani” inter-familiari; gli ominidi, gli australopiteci (la piccola-bassa Lucy è la nostra lontanissima bis-bis “nonnetta”) e poi le specie del genere homo (*habilis, ergaster, erectus, antecessor, heidelbergensis, neanderthalensis*..) sono i nostri bis-nonni, pro-zii, nonni, padri, cugini, fratelli.

La nostra specie poi è riuscita a tagliare il cordone ombelicale con la madre Terra, sganciandosi dall'orbita terrestre nel Natale 1968 con l'Apollo 8: un volo ed una data storica, forse ancor più importante e significativa del primo allunaggio. Abbiamo tuttavia sperimentato che non può essere troppo lungo il periodo lontano dal terriccio materno [o l'argilla di Genesi 2,7 ; non è corretto tradurre con “polvere” come spesso si dice per la provenienza dell'uomo dalla “polvere”; fra l'altro dalla polvere non si può costruire nulla, mentre dal suolo impregnato del brodo acquoso primordiale possono provenire molte

cose, come appunto tutti gli esseri viventi, con la prima fase della vita decisamente acquatica]. La scienza non ha per nulla contestato Gen 1,24 («La terra produca esseri viventi secondo le loro specie...»), il versetto contemporaneamente più mitico e più moderno (nonché secolarizzato) della storia primordiale biblica (cfr nella seconda parte il par. 14,1 e il 16). L'essere sommamente intelligente, da Signore del tempo e degli spazi siderali, ha orchestrato il suo capolavoro, pensando ad una evoluzione probabilistica ma mirata e direzionale verso la complessità, nell'esplorazione incessante del “possibile adiacente”, del presente possibile in quel momento.

Si sono aperte inoltre nuove strade, e modalità impensate sino al 1905, per ri-pensare l'eternità e la (onni)potenza di Dio, nonché la sua signoria dell'eterno presente.

Val d'Ayas (Val d'Aosta) 31 Luglio 2013: presso Challan~~t~~ Saint Anselme, così denominata sino a 50 anni fa; dopo 10/20 anni di interregno in cui si imponeva ancora ai bambini delle elementari di scriverlo con la [t] (il che significa che si stava sempre più diffondendo la scrittura con la [d]), si è definitivamente imposto oggi Challan~~d~~ Saint Anselme; da notare che il cambiamento della sub-occlusiva (come sopra per spiga e annessi, cfr par. 2.1.1) da sorda a sonora è avvenuto anche se la consonante non viene pronunciata! Non è solo un fatto fonetico di pronuncia.

E' la terra d'origine di Sant'Anselmo d'Aosta, l'autore della prova ontologica dell'esistenza di Dio, il ricercatore dei rapporti tra fede e *intellectus fidei* (*Fides quaerens intellectum*), come sta scritto davanti alla Chiesa Parrocchiale a lui dedicata. Un autore ricorrente nella mia vita, avendo pure studiato nel benedettino Pontificio Ateneo di S. Anselmo a Roma sull'Aventino, con una tesi di laurea il cui titolo inverte il detto anselmiano: *Intellectus quaerens fidem*.

Mauro Pedrazzoli

9.4 Il volo natalizio di Apollo 8 (continua nella seconda parte)