

Si vive solo due volte

Nuovi sguardi sul Dio creatore-progettista (prima parte)

1. *Genesi 1-11*

La credenza che le specie fossero prodotti immutabili era quasi inevitabile fintantoché si riteneva che la storia del mondo avesse avuto una breve durata (al massimo 10.000 anni).

Se le asserzioni protologiche (sul *tempo primordiale*), cristologiche (sul *centro del tempo*) ed escatologiche (sul *tempo finale*) si devono sostenere e “verificare” a vicenda, anche la nostra concezione della creazione ha conseguenze escatologiche (più precisamente per quella parte dell'escatologia relativa al futuro ultimo) e pure cristologiche: in particolare per la trattazione della pre-esistenza di Cristo, messa letteralmente a soqquadro dalla concezione degli infiniti presenti falsati nell'universo [ma la pre-esistenza, forse meglio la retro-esistenza di Cristo, e la questione escatologica, resa ancor più acuta dalla recente perdita di mia moglie Daniela Tasso, data la sua enorme difficoltà, sarà l'argomento quasi esclusivo della futura seconda parte; la memoria di mia moglie è ancor più vivida poiché essa, rileggendo il mio testo da esterna e da profana, mi ha dato suggerimenti e dritture per rendere lo scritto più semplice, comprensibile e scorrevole].

È la stessa prospettiva della Settimana di studio tenutasi a Castelgandolfo il 21-26 Settembre 1987 dal titolo: «La nostra conoscenza di Dio e della natura: fisica, filosofia e teologia». Nel messaggio di Giovanni Paolo II agli editori del volume che raccoglie gli atti della settimana di studio (pagine aggiunte: 1-16), il Papa si domanda: «Se le cosmologie dell'Antico Vicino Oriente poterono venir purificate e assimilate entro i primi capitoli della Genesi, potrebbe la cosmologia contemporanea avere qualcosa da offrire alle nostre riflessioni sulla creazione? Una prospettiva evoluzionistica offre una qualche luce da proiettare sull'antropologia teologica, sul senso della persona umana come *imago Dei*, sul problema della cristologia e perfino sullo sviluppo della dottrina medesima? Quali sono, nel caso ci fossero, le implicazioni escatologiche della cosmologia contemporanea? Il metodo teologico può fruttuosamente appropriarsi di comprensioni che provengono dalla metodologia scientifica e dalla filosofia della scienza?» (p. 11).

Il compito delineato dal Papa è proprio quello che ci prefiggiamo nel presente studio: sulla creazione in questa (lunga) prima parte, sulla cristologia ed escatologia nella futura seconda parte. La parte biblica è già stata ampiamente sviluppata nei nostri articoli cartacei e on-line, per cui ricordiamo solo i quattro punti nodali: ossia a) Dimenticarsi della cronologia; b) Demitizzazione rovesciata; c) «Quando non c'era ancora...»; e d)

L'affermazione centrale di fondo: la creazione come atto personale di decisione divina.

1.1 (a) *Cronologia*

Sono passati non cento, ma 4500 milioni di anni da quando la Terra si formò da polvere e rocce che ruotavano intorno al Sole; le sue rocce più antiche, in Groenlandia e in Australia, hanno poco meno di 4 miliardi di anni (SJ 246s). E quelle dell'isola di Baffin (in Canada) sfiorano i 4,5 miliardi, non appena la superficie terrestre si è raffreddata.

Leggendo questi racconti (in Genesi 1-11) bisogna assolutamente dimenticare della cronologia; essa è solo apparente, necessaria per rendere possibile la narrazione, non potendosi dire tutto in un colpo solo. Ciò vale della tradizione jahvista [sigla J; 2,4b-4 ecc., intramezzata con quella sacerdotale (sigla P) sino a 11,28-30], ma non di P (in cui alberga uno sviluppo progettato) 1,1-2,4a ecc., sempre in assemblaggio con lo J, sino a 11,10-27.31s. Ad es. è scorretta la successione cronologica: prima l'Eden, poi il peccato, quindi la cacciata dal Paradiso. Bisogna demitizzare e interpretare in simultanea a mo' di endiadi: ad es. il peccato, il male impedisce l'Eden qui nella nostra vita terrena. Occorre inoltre tener presente che a volte la Bibbia contiene punti di vista diversi, in un'atmosfera di dialogo, confronto critico-dialettico sino alla controversia; ad es. il primo racconto della creazione (quello sacerdotale) è ottimista circa il “progresso”: «...e regnate sui pesci del mare e sugli uccelli del cielo e su ogni essere vivente che striscia sulla terra» (Gen 1,28). Invece la tradizione jahvista ha una visione più critica perché pone la costruzione delle città, i mestieri (fabbro, chi lavora il rame ed il ferro; “il fabbro-ferraio di tutti gli operai”) e le arti (musica) nella linea della discendenza di Caino (Gen 4,17-22), accanto a Naama (“la bella”) che potrebbe essere l'eponima di un'altra “professione” sulla quale il testo tace.

La storia della Terra, sia delle terre emerse che degli oceani¹, è sufficientemente chiara nei

¹ Appunto *ôkeanos*, nella mitologia greca il *fiume immenso* attorniante la terra e rifluente su se stesso: così venne definito l'Atlantico da Pitea di Massalia (colonia della Magna Grecia, attuale Marsiglia) che fu il primo navigatore (nonché astronomo e geografo) ad avventurarsi al di là delle colonne d'Ercole, e il primo greco a visitare intorno al 325 a.C. le isole britanniche sino a Thule e oltre. Scrisse (possediamo qualche testo diretto ma soprattutto citazioni da parte di Strabone e altri) che in tale località d'estate la notte dura due-tre ore: secondo gli abitanti di quei luoghi il Sole “gioca a nascondino” andandosi ad occultare per un tempo brevissimo. Seppur con fatica si poteva ancora sostenere che il Sole avesse fatto in due ore il *periplo*, meglio *mezzo periplo* della Terra dall'altra parte [oggi li facciamo rispettivamente in un'ora e mezza (periplo completo) e 45 minuti (mezzo giro) coi satelliti in orbita bassa come ad es. la stazione spaziale]. Pare che Pitea si sia inoltrato ancora più a Nord all'altezza della Groenlandia e del Circolo Polare, vedendo [oltre alle aurore boreali] quello che noi chiamiamo “il Sole di mezzanotte”, che non tramonta e quindi ovviamente non va a fare il mezzo giro dall'altra parte della Terra per poi sorgere ad Est: ciò significava la confutazione definitiva del sistema geo-centrico quasi 500 anni prima di Tolomeo (vissuto nel secondo secolo d. C). Ma non gli hanno creduto, ritenendolo un inaffidabile avventuriero visionario (SJ 301s: d'ora in poi l'abbreviazione di STEVE JONES, *Quasi come una balena*, Codice edizioni, Torino 2005). Tornando all'oceano Atlantico, mentre esplorava la costa atlantica della Spagna si accorse che l'oceano scorreva verso Sud, appunto come un grande

suoi lunghi periodi/ere poiché i metodi di datazione sono affidabili. Se siamo nell'ordine delle decine di anni, abbiamo la trasformazione del trizio (un isotopo dell'idrogeno) in elio-3; se passiamo ai secoli ed ai millenni, ci si basa sul celeberrimo carbonio-14 (una forma radioattiva dell'atomo su cui è basata la vita) che ha un'emivita di 5730: l'emivita è il periodo che serve per convertire metà dell'originale nel suo derivato (SJ 247), nel nostro caso da carbonio-14 allo stabile carbonio-12 passando attraverso il 13. È il metodo usato per la Sindone di Torino: tre laboratori diversi e distinti (senza comunicare fra loro) hanno fornito in perfetto cieco² dei dati dalla cui media risultava una datazione sicuramente medievale: dal 1260 al 1390 d.C. È un metodo che non risale oltre gli 80.000 anni.

Se entriamo nell'ordine dei milioni di anni sino a circa un miliardo e mezzo, è particolarmente utile il potassio (19 protoni nel nucleo) che decade in argo (18), un gas inerte che tuttavia lascia dei segni nelle ceneri vulcaniche. Se ci interessano invece le rocce antichissime sin quasi ai primordi della Terra, possiamo ricorrere all'uranio-238 (una versione radioattiva di questo elemento) che ha un'emivita di 4 miliardi e mezzo di anni.

È chiara pure la serie dei suoi sconvolgimenti: epoche glaciali³, deriva dei continenti⁴, sorgere di catene montuose, variazione del livello dei mari con conseguente arretramento o prolungamento delle coste, cambiamenti dei letti dei fiumi⁵, migrazioni incredibili e

fiume; il suo fiume è oggi noto come la corrente delle Canarie, seconda solo alla più famosa corrente del Golfo che ha trecento volte la forza del Rio delle Amazzoni: si tratta di un "fiume" largo 65 chilometri che, quale grande nastro trasportatore, impiega un mese ad attraversare l'Atlantico. Una recente scoperta sembra retrodatare addirittura a 40.000 anni fa il raggiungimento e l'oltrepassamento del Circolo Polare; finora ossa umane non erano state trovate più a nord di Mosca (circa 57° nord). Ma è stato rinvenuto un mammut a 72° nord, ben oltre il Circolo Polare Artico: l'animale presenta una serie di ferite che sono chiaramente il risultato di un'azione di caccia che ha portato alla sua uccisione, a cui sono seguiti interventi di macellazione e asportazione di carne, grasso e di parte delle zanne. Non deve essere stata un'impresa facile, ma un gruppo del genere "homo" (probabilmente i Neanderthal, abituati ai climi freddi del Nord-Europa) è riuscito ad arrivare fin lassù (così Gilberto Corbellini, nell'insero domenicale del Sole 24 ore del 31 Gennaio 2016, p. 27).

- 2 Il metodo in cieco significa che 4 tessuti di varia provenienza ed epoca sono stati consegnati a tre laboratori diversi non comunicanti fra loro: a quello di Tucson (Arizona), Oxford e Zurigo. Ossia quello sindonico (ma i laboratori non sapevano qual era) più tre campioni di controllo, uno dei quali era costituito da un pezzo del bendaggio di una mummia egizia del II secolo d.C. Tucson ha fornito una data di 646 ± 31 (anni fa; era il 1988), Oxford 750 ± 30 , Zurigo 676 ± 24 . La media pesata è risultata di 689 ± 16 che, tenendo conto degli scarti e delle deviazioni, corrisponde al periodo 1262-1384 (arrotondato al 1260-1390). Forse gli addetti ai laboratori avranno pensato che il tessuto sindonico fosse quello da loro correttamente datato al secondo secolo (la mummia), in quanto compatibile, col solito scarto di 130 anni, con l'epoca della crocifissione di Gesù.
- 3 Il ghiaccio è la "roccia" più comune del sistema solare, ma la Terra è l'unico pianeta in cui lo (stato solido) si trova contemporaneamente all'acqua [stato liquido, che probabilmente esiste pure sotto i ghiacci di Europa (luna di Giove) e di Encelado (luna di Saturno), e forse anche sotto Dione (altra luna di Saturno), e sotto Plutone]. La maggior parte dei paesaggi familiari odierni è un'affermazione del potere dell'acqua ghiacciata; ad es. le montagne – con i loro fianchi scanalati, le loro superfici spesso levigate e i loro massi sospesi – raccontano la loro storia rispetto ai fiumi glaciali che ne colmarono le vallate (SJ 306). E quando i ghiacciai si ritirarono, gli alberi li "inseguirono": nell'America del nord l'abete rosso (SJ 309) fu il primo a spostarsi seguito dal pino, migrando alla velocità di 1600 metri ogni tre anni, seguiti dal castagno a 100 m. l'anno (perché i suoi semi per il vento sono più pesanti da trasportare). E i viaggi delle foreste non sono finiti.
- 4 Anche i ragazzini delle Medie sanno cos'era la Pangea, la massa unica di terra ferma, che in seguito fu separata dal mare-oceano della Tetide [di essa è rimasto il piccolo Mediterraneo] in due grandi continenti: il Gondwana a sud (costituito dall'India, sud-America, Africa, Australia e Antartide) e il Laurasia a Nord (attuale Nord-America, Europa, Asia).
- 5 Quando Paolo visitò Mileto nel suo viaggio verso Efeso, la città si trovava alla foce del Meandro; oggi il fiume le passa accanto. I fiumi sono incostanti quanto le loro acque: tutti tuttavia, a prescindere dalle loro dimensioni, fanno più del triplo della strada ipoteticamente necessaria (in linea retta) per raggiungere il mare (SJ 270).

parentele sorprendenti⁶ ecc. L'antenata dell'Italia era una distesa d'acqua con poche terre emerse; infatti l'oceano della Tetide, che divideva l'Europa dall'Africa, occupava gran parte dell'attuale Nord-Italia, nel cui bacino lombardo, nell'area di Basano in provincia di Varese, sono stati ritrovati i resti fossili del *Besanosaurus leptorhynchus*, un rettile marino di circa 240 milioni di anni fa, anteriore agli stessi dinosauri.

Di solito dopo la rivoluzione copernicana si passa a quella darwiniana: ma ben prima di quella di Darwin (e non quindi come suo semplice preludio) c'è stata quella relativa al tempo profondo, ossia al tempo della Terra, la quale precede di gran lunga quella dell'uomo, e pure che la natura stessa ha avuto una storia sua propria pre-umana. Ne è passata di acqua sotto i ponti da quando nel 1654 l'arcivescovo anglicano irlandese James Ussher fissò come data della creazione il 4004 a. C., esattamente il 23 Ottobre a mezzogiorno in punto (*sic*). Nelle *Chronografie* di Sesto Giulio Africano, padre della Chiesa vissuto a cavallo del 200 d. C., la creazione sarebbe avvenuta nel 5500 a. C.

Durante il XVII secolo vennero scritte intere biblioteche sull'argomento suscitando aspre controversie, cui presero parte personaggi insospettabili come lo stesso Newton. Il risultato fu una girandola di cronologie, tutte in competizione fra loro, ma concordi nell'attribuire al mondo un'età di circa 6000 anni (secolo più o secolo meno). [Sì, noi sorridiamo; ma stiamo attenti che rischiamo di fare la stessa fine se nelle nostre argomentazioni filosofico-teologiche non teniamo conto della scienza: saranno i nostri posteri a sorridere di noi]. Naturalmente era una storia prevalentemente umana, in cui la natura vi faceva da scenario quasi immutabile per il destino degli uomini. Le prime scoperte di fossili furono correttamente interpretate come resti di corpi pietrificatisi a cause delle diverse alterazioni subite dalla Terra, ma ancora nei tempi del racconto biblico (compreso il diluvio universale). Quando (dalla seconda metà del XVIII secolo) si cominciò a individuare i vari strati delle rocce di epoche diverse, e a constatare che i fossili si trovavano solo nelle rocce di più recente formazione, ma non negli strati più profondi e antichi, si fece strada un'idea sempre più chiara: il nostro pianeta doveva essere molto più antico e soprattutto aveva alle sue spalle un profondo passato in grandissima parte pre-umano. Il mammut siberiano e il mastodonte americano ad es. erano specie estinte diverse dagli animali attuali, le quali popolarono un mondo precedente al nostro. La Terra doveva avere come minimo diverse centinaia di milioni di anni. Ma solo con la scoperta della radioattività (il decadimento radioattivo sopra spiegato, in particolare quello dell'uranio) si è stabilito che l'età della nostra bella trottolina blu è di circa 4,5 miliardi di anni (di tempo terrestre)⁷. Ma in un ipotetico sistema di riferimento quasi a velocità-luce, come spiegheremo nel dettaglio quasi subito (nei capitoli-paragrafi 2 e 4), l'età del nostro mondo può essere realmente di 6000 anni, come pensava Newton, il quale tuttavia non aveva la più pallida idea di un tempo relativo, e men che meno di uno spazio relativo. Per Newton (come tuttora per il senso comune) la nozione di "ora", "adesso" è ancora impeccabilmente chiara, come pure la durata di qualsiasi cosa, Terra compresa. L'insegnamento è epocale: per dirla col filosofo [neo-kantiano; uno dei pochi filosofi ad averla veramente capita: l'epiteto di "neo-kantiano" è quanto mai azzeccato, anche perché Cassirer ha fatto con Einstein quel che Kant ha fatto con Newton, ossia tenendo presente la rivoluzione scientifica dei loro tempi] Ernst Cassirer [*La teoria della relatività di Einstein*, Castelveccchi 2015, p. 40s, d'ora in poi Cassirer 2; possediamo di lui anche *I problemi filosofici della teoria della relatività*, Mimesis 2015, che

⁶ A giudicare dai loro geni i Mammut siberiani congelati, risalenti a 40.000 anni fa, sarebbero più imparentati (stranamente) con gli elefanti africani che con quelli asiatici (SJ 284).

⁷ Cfr F. GIUDICE, *Storia del tempo profondo*, «Il Sole 24 ore» del 15 Novembre 2015, p. 31

raccoglie le lezioni del semestre invernale 1920-21 (Cassirer 1)], «per arrivare ad una espressione oggettiva e univoca dell'*accadere naturale*, non ci è permesso stabilire come i soli universalmente validi i valori spaziali e temporali [*presi separatamente*, glossa mia] ottenuti dalla misurazione entro un determinato sistema di riferimento, ma che nella valutazione scientifica di queste grandezze di misura dobbiamo calcolare lo stato di *movimento* del sistema fisico in cui è avvenuta la misurazione». Dato che lo stato di moto (velocità) è il rapporto fra spazio e tempo, tenendoli tutti uniti in relazione, si raggiunge solo alla fine la tanto sperata determinazione univoca, a patto quindi di fondere spazio e tempo in più dimensioni (non è detto che debbano essere solo 4 come normalmente si pensa, ma anche di più). L'espressione oggettiva dell'*accadere naturale* è dato da un invariante, cioè il quadrato dell'intervallo spazio-temporale (s^2): esso è inter-soggettivo, ossia valido per tutti i sistemi, sia per noi sulla Terra che per l'osservatore inerziale quasi a velocità-luce.

1.2 (b) *Demitizzazione*

Secondo Erodoto le antiche conchiglie trovate nelle rocce delle piramidi erano resti di lenticchie buttate via dai loro costruttori. E Voltaire pensava che i pesci fossili ritrovati sulle Alpi fossero i resti dei picnic dei pellegrini.

Genesi 1-11 sfiora solo la “produzione del dato”, in quanto si configura come offerta di senso: la “creazione” biblica non designa tanto il fatto nudo e crudo dell’esserci, bensì è anche e soprattutto *civilizzazione* e *cultura* coi primi e originari abbozzi di significato esistenziale, in un mondo ordinato fatto su misura per l’uomo, con il caos decisamente ridotto al minimo. Senso e salvezza, quasi sinonimi nel loro primo livello, significano anzitutto una relativa sicurezza contro l’esistenza minacciata. Qui *creare* non ha il significato filosofico posteriore della *creatio ex nihilo*; tant’è che i due verbi che compaiono nel primo racconto della creazione, *bara’* di solito tradotto con *creare* e *asah* tradotto con *fare*, sono quasi sinonimi⁸, o meglio *bara’* contiene anche il significato di “progettare” (qui c’è in gioco un piano, progetto, disegno che vedremo) . Il *Sitz im Leben* di tali racconti è appunto l’esistenza minacciata, soprattutto dalle carestie, malattie e grandi catastrofi naturali⁹: la struttura portante è costituita dalle genealogie (*toledoth* in ebraico), in cui si

⁸ Facciamo riferimento, per l’esegesi di Genesi 1-11, alle monumentali 800 pagine di CLAUS WESTERMANN, *Genesis 1-11*, Biblischer Kommentar, Altes Testament, Neukirchener Verlag, GmbH 1974. *Bara’* compare in 1,1; 1,21; 1,27 (tre volte) e 2,3-4a, mentre *asah* si trova in 1,7; 1,16; 1,25s; 1,31; e 2,2-4. I LXX li traducono in greco entrambi allo stesso modo col verbo “fare” (*ποιεῖν, ποιεῖω*, che significa pure «formare, foggiare, produrre, dare l’essere a...»). Ma se si trovano nella stessa proposizione (ad es. in 2,3: «...aveva cessato dal lavoro, che egli *creando* aveva *fatto*»), non possono tradurli entrambi con *poieō* (ad es.: “che facendo aveva fatto”) e quindi rendono *asah* con *poieō/poiēsai* e per *bara’* scelgono *arkein* [aoristo medio *ἔρξατο*, ἠρξάτο ο θεος ποιησαι, che Dio aveva *incominciato* a fare], un incoativo che contiene il significato di «essere principio, origine, causa di...», nonché di «operare per primo o per la prima volta» che ben s’addice al creatore. È lo stesso etimo di *arkê*, ἀρκή (la prima parola della Bibbia, *bereshit*): principio, prima causa originante, nel suo duplice significato di inizio fisico e principio della spiegazione del mondo.

⁹ Come le grandi inondazioni (diluvio) e gli incendi incontrollabilmente devastanti (Sodoma e Gomorra): questi

esprime la benedizione protettiva di Dio sulla vita che continua. Si tratta quindi di un discorso eminentemente esistenziale, per nulla scientifico, né storico, e nemmeno cronologico. L'effetto di trascinarsi delle genealogie ha portato a inserire o mantenere sprazzi dei miti di origine, ossia tramite una serie di nascite, o intra-divine (teogonie) o intra-terrene (cosmogonie), od un misto di entrambe partendo dalle prime; un tipico modo mitico di narrare la creazione presente in tutte le culture. Per il monoteismo (o enoteismo¹⁰) biblico ovviamente non c'è posto per le teogonie ma solo per scintille cosmogoniche, come nella conclusione del racconto sacerdotale in 2,4a: «Queste sono le *toledoth* [genealogie, generazioni, nascite] del cielo e della terra...», seguita dalla “correzione” del redattore finale «...quando vennero creati». Nella demitizzazione classica l'essere creati demitizzava le *toledoth* considerate “ingenui”; ma occorre essere cauti prima di squalificare tali miti di origine, poiché la teoria moderna dell'evoluzione, se proprio vogliamo, si presenta come una ri-edizione delle serie di nascite, generazioni, genealogie ad albero o a cespuglio.

La cosa è chiara già nel versetto più mitico e nello stesso tempo più moderno, ossia Genesi 1,24: «La Terra *produca* esseri viventi secondo la loro specie...», seguito da 1,25 «E Dio *fece* le bestie selvatiche secondo la loro specie...», considerato come una demitizzazione della mitica dea-madre Terra da cui sbocciano gli animali. In realtà la palese contraddizione fra i due versetti è frutto dell'assemblaggio finale: chi ha scritto originariamente 1,25 non presupponeva (non conosceva, non l'aveva davanti) 1,24; noi proponiamo una demitizzazione rovesciata, invertita: sono le *toledoth* (formazioni, nascite) del cielo e della terra che demitizzano il creazionismo; è 1,24 (la terra produca...) che demitizza 1,25 (E Dio fece¹¹), poiché Dio, relativamente alle specie viventi (animali e uomini), non ha creato né agito *direttamente*. Se invece così fosse stato, perché Dio (come ironizzava Darwin) avrebbe dovuto mettere i pinguini solo al polo Sud e non anche al polo Nord? Di fatto quasi alla fine dell'ultima era glaciale (*MIS 2*), solo 18.000 anni fa, nel Sud della Francia c'erano i pinguini (SJ 300).

Tuttavia il versetto più evolutivo potrebbe essere 1,26, ma interpretato come «faremo un adamo a immagine nostra quando [sarà] somiglianza nostra». Cioè Dio *non* dice: «Facciamo l'uomo a nostra immagine e somiglianza» [come nelle traduzioni consuete col verbo al presente, mentre sia nel testo ebraico che nei LXX esso è al futuro], come se fosse tale per natura e costituzione sua sin da principio. Ma dice: sarà immagine nostra solo quando sarà simile a noi; l'uomo deve raggiungere la somiglianza con Dio per essere sua immagine, cioè nel futuro [per la lettura inconsueta di Gen 1,26-27 vedi CARLO ENZO, *Genere adamitico...*, in *Servitium* 228, 55-62, p. 58s].

La traduzione esatta di Gen 1,26 suona: «*Faremo un Umano a nostra immagine e*

ultimi sono una cosa ben diversa dal “piccolo” incendio *controllato* (fuoco) col quale, tramite la cottura dei cibi, circa due milioni di anni fa l'*Homo erectus* ha assaporato il profumo del primo arrosto; cfr del sottoscritto *L'alba dell'uomo in rapporto agli animali*, in “Filosofia e Teologia” n. 1, anno 2011, intitolato “Animali”, pp. 51-70, in particolare 57-60. Abbreviazione: Animali...

¹⁰ Prima del Deutero-Isaia (autore dei capitoli 40-55 del libro omonimo; l'Isaia storico è vissuto nell'ottavo secolo, mentre il Secondo-Isaia scrive nell'epoca dell'esilio, quindi nel sesto secolo a.C.), che ne dicano i testi di storia e gli articoli giornalistici, il popolo ebraico non era ancora “monoteista” in senso stretto (cioè esiste un solo Dio, il nostro), bensì «enoteista»: noi abbiamo il nostro unico Dio, gli altri popoli...avranno i loro Dei. Dato che le guerre erano viste come guerre fra i rispettivi Dei, nel momento della sconfitta Israele si chiede: siamo stati sconfitti dai più forti Dei assiri e babilonesi? No, risponde il secondo Isaia nel senso del monoteismo puro, esiste solo il nostro Dio. Allora perché abbiamo perso? Una spiegazione del profeta è che il popolo sia stato punito per i suoi peccati...

¹¹ La tradizione sacerdotale (P) ha trasformato in verbi di “dire” (E Dio disse...) quelli precedenti basati su “fare”, ma l'operazione non è stata completa perché ne sono rimasti parecchi.

somiglianza...». È un futuro in prima persona plurale, come si evince anche dalla traduzione dei LXX (poiêsômen). “Faremo *un* Umano” denota un processo di umanizzazione con un certo margine di indeterminazione¹², quindi più corretto del consueto “Facciamo l'Uomo”. Questo vale soprattutto per la filogenesi, diciamo dallo scimpanzé all'*Homo sapiens* passando attraverso gli ominidi prima e poi gli umani di varie specie e gradi: è il processo evolutivo, che nell'arco di tempo di alcuni milioni di anni, ha portato alla comparsa dell'Uomo, ossia al differenziamento delle strutture anatomiche, fisiologiche e comportamentali umane nell'ambito dell'ordine dei Primati.

Rileggiamo audacemente Gen 1,26 in senso evolutivo (come diremo fra poche pagine nel punto 1.4 a proposito della Bibbia come continua rilettura, senza paura dei “concordismi”); riducendo in scala i milioni di anni dell'evoluzione del genere *Homo* a 4 generazioni di una trafila familiare, possiamo supporre che tale somiglianza sia stata raggiunta [cfr alla fine la tabella dell'evoluzione], oltre che dalla nostra specie, dal Neanderthal (nostro fratello maggiore), dall'*Homo floresiensis* e di *Denisova* (nostri cugini), e dall'*Erectus* (pro-zio molto più vecchio di noi): totale cinque. Possiamo ritenere che sia stata preparata dall'*Homo habilis* e che abbia raggiunto uno stadio intermedio-avanzato dall'*Ergaster* (nostro bisnonno), dall'*Antecessor* (nostro nonno) e dall'*Heidelbergensis* (nostro padre che mezzo milione di anni fa usava le lance, ma soprattutto aveva imparato a lanciare, una cosa fisicamente non banale). I *Denisova* prendono il nome dalla zona dove si sono svelati per la prima volta nel 2010, in una cava della Siberia. Sono tra gli ominidi più enigmatici, una specie intermedia tra i Sapiens e i Neanderthal, della quale è stato sequenziato parte del DNA, estratto dai resti di una falange, l'unica esile traccia sino ad ora; solo recentissimamente sono stati ritrovati i frammenti di due teschi denisoviani, risalenti ai 105-125 mila anni fa, nella provincia cinese dello Henan, distante ben 4 mila chilometri dalla cava siberiana. Ci aspettiamo novità da questi antenati della fine dell'era glaciale MIS 6 [per la sigla e la spiegazione cfr più avanti il testo con l'esergo «Siamo giovani e africani!», che non sono esemplari arcaici di *Erectus* ma nemmeno esemplari dei nostri padri *Heidelbergenses*: o meglio, i due crani trovati a Xuchang potrebbero essere il risultato di un incrocio fra i due, ossia fra *Homo erectus* e *Homo heidelbergensis* [cioè fra le popolazioni dei nostri vecchi pro-zii, o fratelli più anziani del nostro nonno, e le popolazioni dei nostri padri].

Occorre altresì accettare l'evoluzionismo bio-chimico, e abbandonare il creazionismo in *toto*, comprese certe formulazioni linguistiche inadeguate, certi retaggi ancora esistenti nel linguaggio teologico e pastorale: ad es. che «l'uomo sia stato creato buono» ha perso oggi qualsiasi possibile significato, già solo per il fatto che intorno ai 50.000 anni fa c'erano almeno 5 specie umane, e tutte fra loro *differenti* (non solo dal punto di vista anatomico-fisiologico ma anche *comportamentale*).

In passato la separazione tra gli esseri umani e il resto degli organismi viventi era così ampia che non vi era alcuna necessità di particolari specificazioni; appariva abbastanza chiaro che cosa fosse “umano”, anche perché le specie erano immutabili (non potevano trasformarsi le une nelle altre) e presenti (create) tutte sin dall'inizio. Con l'evoluzione non è più così chiaro cosa sia umano, e quando l'umano sia iniziato: abbiamo considerate “umane” quelle forme più strettamente correlate ad *Homo sapiens* che non alle scimmie antropomorfe; va ricordato

¹² Questo diventerà un concetto tipicamente evoluzionistico, poiché potevamo venire da altre linee evolutive, non necessariamente con lo schema-struttura corporea di un primate.

tuttavia che dal punto di vista genetico (*genotipo*; cioè *non* dal punto di vista *fenotipico*, vale a dire di come gli animali ci appaiono esternamente) gli essere umani sono molto più strettamente imparentati agli scimpanzé di quanto questi ultimi non lo siano con il gorilla e l'orango (esternamente ci sembra invece che valga il contrario). Permane comunque uno shock non facile da superare ai bassi livelli di cultura, ossia quando le persone prendono atto di verità nelle quali in passato era stato giudicato peccaminoso credere!

1.3 (c) «Quando non c'era ancora...»

L'Himalaya è nata solo 50 milioni di anni fa, dopo la morte dei dinosauri, quando l'India andò a sbattere ad una velocità di 30 centimetri l'anno contro l'Asia sollevando il fondale oceanico. Per questo ci sono fossili di pesci a 6000 metri: non sono i resti del diluvio universale, come invece sostengono i creazionisti.

L'inizio di tali racconti di creazione può contenere una formulazione al positivo, ad es. «quando la Terra era informe e deserta, e le tenebre ricoprivano l'abisso» come nella Bibbia [è il vero inizio poiché «In principio Dio creò il cielo e la terra», *Bereshit bara' Eloim...*, è un titolo successivo della redazione sacerdotale]; ma è pure attestata la formulazione al negativo nella maggioranza dei testi paralleli extra-biblici. Westermann¹³ lo riassume con «Als noch nicht...war», «quando non c'era ancora...»; quando non c'era ancora la terra, il cielo, il mare, gli alberi, le montagne, i fiori...». La precisazione ulteriore di Westermann è di grande importanza: vale a dire che non c'è differenza tra la formulazione al negativo o al positivo, poiché sono un modo per cominciare il racconto (come il «c'era una volta» nelle fiabe, o «in quel tempo» nel vangelo domenicale).

Tali espressioni (negative o positive) introducono l'atto creativo, lo evidenziano come evento, e quindi lo rendono possibile come racconto. Ossia, quei testi extra-biblici che iniziano con «quando non c'era ancora la terra e il cielo» non hanno in mente la creazione dal nulla, e così pure quelli che iniziano al positivo (come la Bibbia in Gen 1,2) non vogliono sostenere al contrario una materia pre-esistente; sono domande completamente ed assolutamente estranee al testo, che ha una valenza esistenziale, simbolico-artistica.

Ciò che invece non per nulla estraneo è la precisazione teologica: Israele afferma e testimonia che non siamo stati semplicemente *gettati* nel mondo da un destino anonimo, bensì *chiamati* all'esistenza da un Dio alleato. La Bibbia conosce e, unendola alla propria *fede storica* (da Abramo al re Davide e oltre), incamera la creazione come lotta contro il mostro marino, il drago, il Leviatano: «hai schiacciato la testa dei draghi sulle acque, al Leviatano hai spezzato la testa» (Salmo 74, 13-14). Secondo il celebre biblista e storico

¹³ C. WESTERMANN, *Genesis 1-11*, op. cit., pp. 59-64, e 150-152.

delle religioni Hermann Gunkel, il tema della lotta¹⁴ contiene implicitamente l'idea di creazione (tesi confermata anche da Mircea Eliade). La lotta contro il caos, demitizzata, significa la lotta contro il nulla, tipica del Dio creatore-creativo.

Anche in epoche più recenti, medievali, la lotta di S. Giorgio contro il drago (come negli splendidi dipinti di P. Uccello e Raffaello) presuppone la conquista dell'erba-pianura verde [il colore preponderante delle terre emerse ed al centro dello spettro visivo umano]: ossia un insediamento creativo in un nuovo territorio fertile. Tale concezione mitica è quasi un equivalente della speciazione "allopatica" nella teoria dell'evoluzione, vale a dire l'emigrazione in una terra-patria diversa con pressione-lotta selettiva che conduce ad una nuova specie. Vincere il drago, colui che rappresenta l'*anti-creazione*¹⁵ (come fa S. Giorgio uccidendolo), significa addomesticare la realtà-natura attraverso la lotta e farsi strada nella speranza.

A Klagenfurt, in Austria, si trova una fontana di pietra scolpita nel 1590 ritraente una mitica bestia che ha le ali e sputa fuoco. La testa assomiglia stranamente a quella degli antichi rinoceronti europei; si dice che lo scultore si sia basato su dei fossili trovati nei pressi della cittadina. Tale fontana è una delle molte ricostruzioni del passato nelle quali l'immaginazione artistica prende il sopravvento sulla fattualità scientifica (SJ 255).

Gli accenni al mare (mostro) impetuoso ben rappresentano il caos: difatti, in una distesa oceanica burrascosa senza punti di riferimento esterni, non è facile individuare un ordine spaziale e neppure temporale. Ossia, tempo e caos sono in radicale antitesi; dal che si evince lo stretto legame fra tempo e creazione (ordinata): non è un caso che per misurare il tempo sia necessario un movimento *ordinato*, meglio se periodico, dal Sole al pendolo sino agli odierni orologi atomici.

1.4 (d) *Frutto di un atto decisionale*

La conformazione di ciascuna specie e l'armonia funzionale di tutti i viventi era considerata opera diretta del creatore.

Gen 1-11 rimane fondamentale su un punto centrale e iniziale. Paradossalmente si può demitizzare tutto dei primi undici capitoli della Bibbia, ma non la creazione come atto personale di decisione divina. Siamo stati desiderati, voluti e pre-amati.

Questo atto/decisione fondamentale può essere collegata con Efesini 1,4: «In lui ci ha scelti

¹⁴ Già dal primo capolavoro *Schöpfung und Chaos, Creazione e Caos* [in *Urzeit und Endzeit: eine religionsgeschichtliche Untersuchung über Gen 1 und Ap Joh 12; nel tempo primordiale e finale: un'indagine storico-religiosa su Gen 1 e Apocalisse 12*], 1895; la creazione è proprio l'antitesi del caos: nei miti il *nulla* è più caotico e distruttivo che vuoto. Forse la lotta "mitica" non è slegata dalla competizione storica e biologica fra i maschi per il possesso delle femmine nel regno animale, che porta alla procreazione ed alle creative toledoth.

¹⁵ Il drago dell'anti-creazione e distruzione caotica infatti si oppone alla civilizzazione ad es. esigendo dalla città vittime sacrificali come bestiame, giovani e fanciulle; o è posto a guardia di tesori per impedirne l'usufrutto all'umanità; oppure ancora, emettendo dallo stagno-lago un alito infuocato e velenoso come uno sputafuoco, è in grado di distruggere e di far marcire le fonti vitali uccidendo il futuro. Cfr la *Legenda aurea* di Jacopo da Varazze (Varagine); nell'alto Medio Evo il Po era considerato la tana del drago, che S. Giorgio avrebbe ucciso liberando gli abitanti dalle piene minacciose del fiume.

prima della creazione del mondo...», più precisamente «Poiché ci ha scelti *in lui*...». In lui (in Cristo), εν αυτω, en autô: ricordiamo che nei codici del NT si usa la cosiddetta scrittura continua, cioè una parola attaccata all'altra senza spazi e senza punteggiatura; quindi abbiamo εν αυτω, enautô. In tre codici tuttavia è stata tralasciata (probabilmente per una svista) la “enne”, per cui è rimasto “ε αυτω, eautô”. Si può trattare dell'errore di un copista o più di uno? Sarebbe strano se i tre codici¹⁶ non dipendessero fra loro.

Se invece non è un errore, la frase diventa: «poiché ci ha scelti *per sé*...»; chiaramente una *lectio difficilior*, con quel dativo secco, stiracchiato, senza preposizione, quindi più probabile e originaria. Questa lettura significherebbe e ribadirebbe il fatto che siamo stati desiderati, voluti e pre-amati; ossia il desiderio divino di dar origine all'altro da sé, per poi entrare in relazione con lui.

Certo nella nostra impostazione i futuri sviluppi sono avvenuti nella cerchia delle possibilità-probabilità “dipendenti” [cfr il par. 6], delle propensioni e proprietà disposizionali tipiche del mondo sub-atomico, quello che dominava agli inizi dell'universo nel campo della gravità quantistica.

Genesi 1-11 è stata chiamata la “teologia fondamentale” di Israele, poiché in essa si parla la stessa lingua dei popoli vicini entrando in dialogo (critico) con essi. Anche noi vogliamo parlare la stessa lingua dei “vicini”, nel confronto critico (*Auseinandersetzung*) con la conoscenza evoluzionistica e la scienza attuale, in una compatibilità e concordanza che è l'esatto opposto di quella del passato più o meno lontano: nella nostra è il dato esegetico che semmai si deve “accordare” con quello scientifico. Dal 1500 in poi fu sempre (escludendo gli ultimi 100 anni) un concordismo alla rovescia: se è vero che (nel linguaggio del '600 e della controversia galileiana) Natura e Scrittura non possono per principio contrariarsi e contraddirsi – in quanto prodotti del medesimo Autore – spettava comunque agli scienziati “adattarsi” alle interpretazioni (allora vigenti) dei testi sacri. Invece il testo sacro va interpretato secondo le proprie regole interne col metodo storico-critico, senza escludere un eventuale “adattamento” o “rilettura” alla luce dei risultati scientifici: tutta la Bibbia (Antico e Nuovo Testamento) è una continua rilettura di testi e tradizioni precedenti che vengono “rilette” in modo nuovo attribuendo loro un significato sconosciuto al livello più antico.

Andava fatto anche nella controversia copernicana, ingoiando il *torso* [forse questa è la causa principale dell'avversione a Copernico e della condanna di Galileo] che non ci fosse più posto per l'Inferno al centro della Terra e per la montagna del Purgatorio al polo Sud: se la Terra è simile alla Luna per le sue montagne, e se è simile a Giove perché ambedue hanno dei satelliti [le lune di Giove ruotano in modo incontrovertibile intorno a Giove; quindi non è più vero che *tutto* gira intorno alla Terra immobile al centro], non è forse allora possibile che la Terra sia un pianeta come gli altri? In tal caso come può l'Inferno essere al centro della Terra, se non è più la regione più distante dal cielo ma è essa stessa *nel cielo*?

Il 13 marzo 1610, il giorno stesso della pubblicazione del *Sidereus Nuncius*, l'ambasciatore inglese a Venezia scriveva una lettera al suo re Giacomo I per informarlo della «più insolita notizia che il sovrano avesse mai ricevuto da qualsiasi parte del mondo», ossia la scoperta dei quattro satelliti di Giove: «a Venezia se ne parla in ogni angolo della città, e l'autore corre il rischio di diventare o estremamente famoso o estremamente ridicolo».

¹⁶ I codici sono il *G* di Dresda, secolo IX, e il 255 di Berlino, secolo XI, entrambi della recensione C (il che significa che questi primi due dipendono fra loro, per cui la svista può essere stata di un solo copista, a monte); tuttavia c'è anche l'autore Didimo (detto “il cieco”) del quarto secolo.

Il doppio movimento della Terra (rotazione e rivoluzione) rende infatti surreale la localizzazione del Purgatorio in una montagna dell'Antartide; con le lune di Giove, gli anelli di Saturno, e poi la scoperta di Urano (1781, lo stesso anno della *Critica della ragion pura*), non c'è neppure più posto per i cieli del paradiso dantesco coi loro beati e schiere angeliche. Devastante per il sistema tolemaico è stata la scoperta delle fasi di Mercurio e Venere, come la Luna; è famoso l'annuncio "criptico" (come si usava allora) di Galileo: *Haec immatura a me iam frustra leguntur o y* («Queste cose premature le studio ormai invano»; le due lettere spaiate finali *o y* segnalano che si tratta di un anagramma). L'intera frase andava anagrammata diventando: *Cynthiae figuras aemulatur mater amorum* («La madre degli amori, cioè Venere, riproduce le stesse configurazioni di Cinzia, ossia la Luna»); tali fasi (compresa soprattutto quella piena) dimostrano inequivocabilmente che i due suddetti pianeti vanno anche dall'altra parte del Sole, mentre nel sistema tolemaico rimangono sempre al di qua (verso la Terra) del Sole, con l'unica elongazione dell'epiciclo di 45-50 gradi sia da una parte (dietro il Sole per noi che guardiamo, con Venere vespertina) sia dall'altra (davanti al Sole con Venere visibile al mattino prima dell'alba). Alle nostre latitudini Venere, come Mercurio, è visibile solo alla sera o di mattina, *mai* nel bel mezzo della notte, diversamente da Marte, Giove e Saturno che, quando sono in opposizione, sono osservabili per l'intera nottata). Se Tolomeo avesse ragione, Venere dovrebbe essere sempre in fase e mai piena. Ciò ha consentito la temporanea sopravvivenza del salomonico sistema di Tycho Brahe, in cui i pianeti giravano intorno al Sole, il quale però percorreva quotidianamente un giro intorno alla Terra trascinando tutti gli "astri" del suo sistema. Tuttavia man mano che si andava delineando la grande distanza tran-saturniana di Urano (il doppio del Signore degli anelli), era impossibile che il pianeta, scoperto da Herschel, pur trascinato dal Sole, potesse compiere in tondo un giro intorno alla Terra in 24 ore; avrebbe dovuto farlo ad una folle velocità (di circa 600 milioni di km/ora) che comunque l'avrebbe proiettato, sbalzato e catapultato fuori dal sistema solare. Tale impossibilità vale a maggior ragione per i più lontani Nettuno e Plutone che compiono un giro completo rispettivamente in 165 e 248 anni (Urano 84), e non in un giorno come nel sistema tolemaico o tyconico.

Richiamiamo anche i testi on-line più significativi, in www.ilfoglio.info:

Parti relative alla fisica: «Dio e la Terra» (prima parte): 13-22
«Dio e la Terra» (seconda parte): 5-10; 21-22; 45-48; 51-55

Parti astronomico-astronautiche: «Dio e la Terra» (seconda parte): 10-20

Parti darwiniane-evoluzionistiche: «Dio e la Terra» (seconda parte): 32-41

Non avremmo il transistor, il tablet e lo smartphone senza la meccanica quantistica; e senza gli acceleratori di particelle (come il CERN) non avremmo avuto la PET e la Risonanza magnetica: come non avremmo il Gps senza la relatività. Il www è nato a Ginevra, e il WiFi in un osservatorio astronomico.

In buona sostanza cosa ne deriva al discorso sulla creazione (e poi sull'escatologia e sulla cristologia nella futura seconda parte), dalla filosofia della fisica e della biologia¹⁷? Il titolo «Si vive solo due volte» è chiaramente preso dal romanzo di Ian Fleming e dall'omonimo film di James Bond, l'agente 007 interpretato dall'indimenticabile Sean Connery (il quinto della serie). Esso si presta bene ad unire la “prima” vita creaturale (creazione) con la “seconda” vita escatologica.

Se vogliamo, il nostro è un lavoro di filosofia della natura¹⁸: oltre naturalmente all'evoluzionismo, in tutto il nostro cammino abbiamo preso in considerazione le tre teorie più accreditate maturate all'inizio del XX secolo: l'einsteiniana teoria della relatività ristretta o speciale (TRR del 1905), la relatività generale (TRG del 1915-16) di Grossmann-Einstein¹⁹, e la meccanica quantistica (TQ): ci sono forse più quanti (10^{99}) in un centimetro cubo che centimetri cubici nell'universo osservabile (10^{85}). Inoltre TRG è al contempo una teoria della gravità e della struttura dell'universo su grande scala, che ben si presta alla nostra tematica centrale della *creazione*.

¹⁷ Per la biologia il nostro modello insuperato è HANS JONAS, *Organismo e libertà, Verso una biologia filosofica*, Einaudi, Torino 1999, specialmente il cap. terzo sugli aspetti filosofici del darwinismo. Per la fisica il nostro riferimento sono le opere di MAURO DORATO, in particolare *La filosofia dello spazio e del tempo*, in «La natura delle cose», Introduzione ai fondamenti e alla filosofia della fisica, Carocci editore 2005, 15-137.

¹⁸ I «Principia» (1686-87) di Newton recano ancora la denominazione *Philosophiae naturalis principia mathematica*; e secondo Heidegger (*La questione della cosa, La dottrina kantiana dei principi trascendentali*, a cura e nella traduzione di Vincenzo Vitiello, Guida 1989, p. 99) «la matematica è tanto poco una scienza della natura, quanto la filosofia una scienza dello spirito. La filosofia, considerata nella sua essenza, non fa parte della facoltà umanistica, né la matematica della facoltà scientifica». In tale ambito di unità del sapere, la tematica della creazione (anche matematico-fisica) è proprio la ricerca dell'arché: principio, realtà ultima, potere originante, creativo-creatore. In base a ciò da cui le cose sono divenute, debbono anche essere concepite e spiegate.

¹⁹ L'ungaro-svizzero Marcel Grossmann, amico e compagno di scuola di Albert, ha contribuito in modo determinante all'aspetto matematico della teoria, applicandovi il calcolo tensoriale, o differenziale assoluto, inventato dai matematici italiani Gregorio Ricci Curbastro e dal suo discepolo Tullio Levi Civita (all'università di Padova; l'articolo fondamentale fu presentato e pubblicato nel 1901). La teoria è stata portata a compimento nel novembre del 1915 con quattro comunicazioni settimanali all'accademia prussiana delle Scienze, nell'ultima delle quali il 25 Novembre presenta l'equazione fondamentale scritta nel linguaggio di Ricci e Levi-Civita. Poi è stata pubblicata in forma completa negli “Annali della fisica” solo il 20 Marzo 1916. Il ritardo non è dovuto all'accettazione da parte degli “esperti” della rivista; allora non esisteva ancora, almeno in Germania, il *placet* dei *referés*: solo negli anni 30 in America qualche articolo di Einstein fu sottoposto a tale giudizio-revisione. La cosa non piacque per niente al fisico di Ulm, come non è piaciuto al sottoscritto che il presente articolo (in una versione molto più ristretta e succinta) sia stato rifiutato dalla rivista “Filosofia e teologia” in relazione al numero «Nuovi sguardi su Dio».

2. Spazio-tempo nella teoria della relatività

La meccanica quantistica ha rivoluzionato la concezione della materia lasciando inalterati lo spazio e il tempo; la relatività ha rivoluzionato lo spazio e il tempo lasciando inalterata la materia.

Ma cosa ha creato Dio *in primis e direttamente*? Come appena sottolineato, il nostro è un discorso filosofico-scientifico (ovviamente evolucionista) sulla base della teoria quantistica [TQ], che ha rivoluzionato la concezione della materia; la morale della storia è evidente: non c'è una realtà “normale” che si cela dietro la scena dei quanti. In essa «non è più possibile pensare ad un insieme di atomi (portatori impassibili della “sostanza classica”), che attendono quietamente di essere osservati»²⁰. Crolla così il mito sostanzialista, secondo cui c'è in ogni cosa un nocciolo duro, un nerbo, un cuore, un nucleo invisibile che ne determina l'essenza, avvolto da una pura guarnizione, da una cortecchia accidentale visibile. Ma già nelle piante la cortecchia non è così accidentale come sembra.

Ed è soprattutto basato sulla (doppia) teoria della relatività che ha rivoluzionato i concetti di spazio e tempo: sono usciti recentemente due bei libretti sul tempo, entrambi della casa ed. Carrocci, che originariamente dovevano costituire un unico volume: di Francesco Orilia *Filosofia del tempo* (Ottobre 2012) e di Mauro Dorato *Che cos'è il tempo?* (Gennaio 2013). Il *tempo* [da sempre una tematica classica del “De Creatione”, già solo per decidere se essa sia nel tempo o l'inizio del tempo] viene così ad essere un concetto-chiave della presente indagine, in stretto rapporto appunto con la relatività²¹; il che è l'opposto della «fisica che non ha nulla da dire alla filosofia e viceversa»²². L'ipotesi di fondo del nostro approccio è che nessuna concezione metafisica debba essere in conflitto con una teoria scientifica largamente accettata e corroborata. Perciò «si darà per scontato che l'indagine filosofica debba avvalersi per quanto possibile sia dell'analisi concettuale, sia delle conoscenze scientifiche disponibili e rilevanti, e debba quindi essere condotta – in un senso ampio di questi termini, che non comporta una dicotomia rigida - sia *a priori* che *a posteriori*»²³. Ciò

²⁰ RICCARDO MANZOTTI – VINCENZO TAGLIASCO, *Coscienza e realtà*, Il Mulino, Bologna 2001, p. 416; un testo filosofico che ha inaugurato in modo epocale il XXI secolo.

²¹ È un torso abbastanza indigesto per un filosofo (e pure per un teologo). Detto nel linguaggio di Kant, lo sviluppo della conoscenza empirico-sintetica intorno al tempo avutosi nel corso del '900 è stato talmente importante e peculiare da rendere quasi obsoleta un'analisi meramente logico-linguistica del concetto di tempo assunto a-priori come nozione analitica; e ciò non riguarda solo i presupposti e i concetti del linguaggio quotidiano, bensì arriva a “travolgere” addirittura quelli del substrato euclideo-galileiano. Con questo lavoro inter-disciplinare vogliamo contrastare la logica che sacrifica, a tutti i livelli della formazione (dalle scuole all'università), ciò che non è rigorosamente mono-disciplinare.

²² Così hanno sostenuto, circa una ventina di anni fa, Gianni Vattimo e Tullio Regge nel dibattito finale in occasione dei “Giovedì della scienza” al teatro Colosseo di Torino: per loro non hanno nulla da dirsi, il che è emblematico della concezione di un sapere rigidamente compartimentato.

²³ Ovviamente non significa “buttare a mare” il copioso patrimonio di analisi concettuali che si è via via arricchito dai tempi di Eraclito, Parmenide, Zenone fino ai nostri giorni passando attraverso Kant, Bergson, Heidegger, Russel e Deleuze, spesso anche grazie a sofisticati strumenti logico-matematici; ma va declinato con gli sviluppi della fisica relativistica che, non riconoscendo un momento presente ontologicamente privilegiato, sembra mettere in discussione le nostre più radicate opinioni sul passaggio univoco del tempo con un presente cosmico assoluto e valido per tutti (F. Orilia, *Filosofia del tempo*, op. cit., p. 13-14).

avverrà a maggior ragione per il fatto che TRR e TRG non sono solo teorie matematiche, fisiche, geometriche, bensì costituiscono una profonda rivisitazione teorica, logica e filosofica della concezione dello spazio e del tempo, conducendo ad uno strutturalismo spazio-temporale alla base della realtà, con lo spazio e il tempo quali costituenti primi (ed ultimi) dell'universo. Per chi abbia una mentalità filosofica esse forniscono nuove e sorprendenti intuizioni sulla natura del tempo.

Ripetiamo, con eventuali ampliamenti, cose già esposte nei nostri articoli sia cartacei sia on-line. Lo spazio-tempo [abbrev. *ST*] non è più inerte e passivo come in tutta la fisica pre-relativistica; in quest'ultima, come nei *Principia* di Newton, lo *ST* non agisce e non è “agito”: lo spazio assoluto, per sua natura senza relazione alcuna con alcunché, rimane sempre uguale a se stesso e immobile. Più in generale lo spazio e tempo sono indipendenti dagli eventi e processi fisici in essi collocati. Non fanno nulla, né subiscono l'influenza degli oggetti (come tuttora nel senso comune). Sono le pure quinte di un teatro, un inerte palcoscenico per gli eventi, insensibili ai drammi che vi accadono. Oltre allo spazio assoluto abbiamo una coincidenza (simultaneità) assoluta nel tempo, e l'esistenza di un tempo comune per l'intero universo; questo è possibile nella concezione newtoniana dell'universo perché ci sono segnali che si propagherebbero da un punto all'altro “istantaneamente”, ossia a velocità infinita (come la luce e la gravità). La gravitazione sarebbe un esempio di tali segnali: se mutassero le posizioni e le distanze di masse gravitanti, le forze gravitazionali fra tali masse cambierebbero istantaneamente attraverso lo spazio, per cui sarebbe possibile “essere informati” di tali spostamenti a qualsiasi distanza per quanto grande ed in modo subitaneo. In questa situazione, come già detto, la nozione di “ora” e di “adesso” è impeccabilmente chiara.

Occorrerà meditare ancora a lungo sull'invarianza della velocità della luce (per scovare cosa vi si nasconde dietro) e sul fatto che l'esistenza stessa del tempo dipenda dalla presenza dello spazio.

*Così sarebbe se la velocità della luce fosse infinita, ma essa è finita seppur notevole, anzi ha il ruolo della velocità-limite in natura; tuttavia quel che qui più interessa è che tale velocità sia invariante, cioè uguale per tutti (“fermi” o in moto), anche per un razzo che inseguisse un raggio di luce ai 100.000 km/s: la differenza è sempre 300.000!! E non di 200.000, come sembrerebbe logico: la sottrazione era una cosa ovvia nella fisica di Galilei-Newton. Al riguardo Einstein nutriva grande ammirazione per Albert A. Michelson, definendolo un'artista della scienza, che sembrava trarre la massima gioia dalla bellezza dell'esperimento in sé e dall'eleganza del metodo utilizzato. Ci si riferisce in particolare al famoso esperimento di Michelson-Morley che confermò l'invarianza di c e di conseguenza TRR (relatività ristretta). Si tratta di un esperimento interferometrico ad alta precisione, con due bracci uguali posti perpendicolarmente a croce greca (che vengono poi ruotati), in cui transita un raggio di luce rimbalzando a specchio. Quando i fotoni della luce viaggiano nel senso del moto orbitale della Terra che percorre 30 km/s (100.000 km/ora intorno al Sole), si dovrebbe avere, se vale la somma classica, $c + 30$ [300.000 + 30], mentre nell'altro verso si dovrebbe $c - 30$ [300.000 - 30]; se invece la luce va dall'alto verso il basso (in verticale), è irrilevante il moto di rivoluzione terrestre (in orizzontale). Ma i due *eventuali* effetti*

comunque non si pareggiano, analogamente a quanto succede nell'attraversare un fiume supponiamo di 100 metri (e ritornare subito indietro; analogo al percorso della luce dall'alto verso il basso e viceversa), oppure percorrere 100 metri nel senso della direzione della corrente e poi ritornare al punto di partenza navigando o nuotando in senso inverso (analogo alla direzione orizzontale del movimento della Terra). Il fatto di avanzare prima in favore di corrente, e poi di ritornare contro corrente (a parità di forza espressa, *ceteris paribus*), non toglie il fatto seguente molto indigesto per il senso comune: ci vuole meno tempo ad attraversare un fiume di 100 metri (con andata e ritorno) che percorrere longitudinalmente 100 metri con la corrente a favore e poi ritornare contro-corrente²⁴.

Quindi ci si aspetterebbe uno spostamento delle frange d'interferenza: dalla misura di questo spostamento si sarebbe in grado di risalire alla velocità della Terra rispetto all'etere. Ma Michelson-Morley non rilevarono sperimentalmente ($n = 0$) alcun spostamento, per cui la velocità della luce è sempre 300.000, ossia non si presta ad operazioni di somma (+ 30) o di sottrazione (- 30). c è invariante, ed è pure indipendente dal moto della sorgente che la emette. Rispetto alla luce è come se tutto fosse "fermo"; l'esperimento di Michelson sembra evidenziare (anche) uno stato di quiete del presunto etere rispetto alla Terra: in parole povere l'etere non esiste, col crollo dell'ultimo baluardo o residuo di uno spazio assoluto.

Ritornando al razzo, è da notare che, visto da Terra, vale la differenza galileiana. Tuttavia non nel sistema di riferimento a bordo dell'astronave, che Einstein ha dovuto correggere ma quasi chiedendo scusa a Newton, come nella correzione che ha dovuto apportare al suo "idolo" Maxwell. Ne deriva che lo spazio-tempo diventa un attore protagonista, in dialogo con gli altri attori, la materia, l'energia, la luce. Di conseguenza il tempo e lo spazio relativistici sono effervescenti, dinamici: il primo si dilata, e il secondo si contrae, ma entrambi si flettono, s'incurvano e si storcono con increspature ondulatorie che viaggiano a velocità alta ma finita. Diamo per acquisito e scontato il cosiddetto effetto o paradosso dei gemelli, per cui un viaggio all'80% della velocità della luce [0,8 o i 4/5 di c , ossia 240.000 km/s] alla stella Sirio (la più vicina visibile a occhio nudo nel nostro emisfero boreale, a 8 anni-luce) dura 10 anni visto dal gemello terrestre; ma per il gemello-astronauta autore del volo durerebbe solo 6 anni: infatti il tempo si è *dilatato*, allungato davanti a lui come un righello che si stira in avanti nel senso della direzione del moto, per cui l'astronauta si viene a trovare in corrispondenza della cifra 6 e non (più) della 10. Ne consegue che il percorso temporale è più breve ed invecchia di meno; per di più in 6 anni non si possono percorrere 8 anni-luce [viaggiando ad una impossibile velocità super-luminale], bensì a quella velocità

²⁴ Riportiamo il chiaro esempio di **Arthur S. Eddington**, *Spazio, tempo e gravitazione, La teoria della relatività generale*, Universale scientifica Boringhieri (1971-1974), p. 31s (Abbr. EDD). Supponiamo che la larghezza del fiume da attraversare sia di 100 metri, e ovviamente pure di 100 metri il percorso da fare longitudinalmente nella direzione della corrente. Supponiamo che la velocità del nuotatore sia di 50 metri al minuto in acqua ferma, e che quella della corrente sia di 30 metri al minuto. Allora la velocità del nuotatore contro corrente sarà di 20 metri al minuto, e nel senso della corrente di 80. Il tempo impiegato andando contro corrente è quindi di 5 minuti, e nel senso della corrente di 1¼ minuto. Tempo totale (di andata e ritorno): 6¼ minuti (sei minuti e 15 secondi). Il nostro nuotatore invece attraverserà il fiume di 100 metri in acqua ferma in 2 minuti (alla velocità di 50 metri al minuto), e ritornerà in indietro sempre in due minuti; totale: 4 minuti. Se invece il nuotatore attraversa il fiume con la corrente che lo sposta (trascina) di lato, viene a percorrere in pratica una diagonale di 125 metri in 2½ minuti; altrettanto per il ritorno, con un totale di 5 minuti, sempre inferiore al percorso longitudinale nella direzione della corrente (avanti e indietro in 6¼ minuti). Il tragitto nella direzione della corrente richiede quindi più tempo di quello in direzione perpendicolare, ed il rapporto dei tempi è di 6¼ : 5. Intuitivamente: se la velocità della corrente fosse uguale o superiore a quella del nuotatore, quest'ultimo...non riuscirebbe più a tornare indietro.

solo 4,8 anni-luce. Ossia la distanza Terra-Sirio non è più di 8 anni-luce, bensì di 4,8 anni-luce: a seconda della velocità, varia *incredibilmente* la distanza fra due punti praticamente fissi!! Ciò varrebbe anche per la distanza fra i due estremi di un medesimo oggetto molto esteso (ad es. un regolo assai lungo): il concetto di corpo rigido deve essere abbandonato in relatività; si tratta tuttavia più di una compressione dello spazio stesso nel senso della direzione del moto che di uno schiacciamento della materia: anzi andrebbe addirittura evitato il concetto di “contrazione”, dicendo che in un sistema di riferimento la distanza tra due punti è *tot*, ed in un altro sistema è *tot* (diverso). Tuttavia lo usiamo ugualmente per maggior chiarezza: il tempo si dilata e lo spazio si contrae, ma in modo perfettamente sincronizzato in modo da dare lo stesso risultato nel loro rapporto/divisione [8:10 = 4,8:6], ossia la velocità (0,8 di *c*, cioè, in termini tecnici, l'intervallo spazio-temporale immutato) che rimane invariante (concetto più fisico) e assoluta (concetto più filosofico)²⁵. Le velocità suddette valgono ovviamente da “casello a casello” come in autostrada; che ci vogliano almeno un paio d'anni di lenta accelerazione (cfr la n. 28) per raggiungere tale velocità relativistica non è rilevante, perché va aggiunta sia nei calcoli del gemello terrestre che in quelli del gemello astronauta, per cui le differenze sopra elencate rimangono invariate.

Un ipotetico alieno, viaggiatore quasi a velocità-luce (a curvatura 9 come l'astronave “Enterprise” di Star Trek), avrebbe potuto vedere Ardy (4,4 milioni di anni fa), poi (sempre lui) Lucy (3,3 milioni di anni fa), quindi l'Herectus che si fa una grigliata (2 milioni), e 200 mila anni fa l'alba dell'Homo sapiens. Si tratta dell'eterna giovinezza?

Vedi l'esperimento mentale²⁶ già fatto [cfr *Dio e la Terra*, prima parte, par. 5.1 «Dio, Signore del tempo», p. 21 del PDF *solo on-line*, qui in questo sito] del super-ammasso Abell 2115 a 500 milioni di anni-luce da noi, con un alieno che facesse la spola fra il suo pianeta e la Terra²⁷: viaggiando quasi a velocità-luce [occorre quindi dividere gli spazi e i tempi per un

²⁵ Per una esposizione più dettagliata delle variazioni spazio-temporali, cfr del sottoscritto, solo on-line in www.ilfoglio.info, *Dio e la Terra*, prima parte, pp. 13-18 del PDF. 6 anni contro 10 sono i 3/5, come dato dal cosiddetto fattore $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$. *v* è la velocità sull'astronave (i 4/5 di *c* da sostituire a *v* nella formula) e *c* la consueta velocità invariante della luce.

²⁶ Sì, sono *Gedanken-Experimente* tipici del fisico di Ulm; ma la storia della scienza e della filosofia, dal mito della caverna nella *Repubblica* di Platone alla nave di Galileo ed al gatto di Schrödinger, sono piene di esperimenti mentali *argomentativi e assertivi*, le cui conclusioni implicano una crescita cognitiva. Questo ci consente fra l'altro di fare un rapido *excursus* sull'evoluzione terrestre.

²⁷ Passando con la frequenza di ogni miliardo di anni (ad es. 4,7, poi 3,7, quindi 2,7, e 1,7 miliardi di anni fa), e poi per altre 5 volte fra i 500 milioni e i 200.000 anni fa del tempo terrestre, il tempo che intercorre da un passaggio all'altro intorno alla Terra (stante il fatto immaginario di viaggiare a velocità-luce) per lui è solo di 1 anno! In poco più di un lustro, con una decina di sorvoli ravvicinati distanziati fra loro, avrebbe potuto “vedere” la *nostra* evoluzione di 5 miliardi di anni. 4,7 miliardi di anni fa avrebbe visto il Sole e la Terra in formazione; nel secondo sorvolo a 3,7 miliardi (dopo solo un anno per lui) l'inizio della vita sino alla prima cellula; nel terzo e quarto a 2,7 e 1,7 l'incremento dei batteri (per almeno due miliardi di anni hanno scorrazzato sulla Terra solo i batteri). 500 milioni di anni fa sempre quell'alieno avrebbe visto l'esplosione del Cambriano, con la “partenza” dei circa 35 *phyla* (i piani corporei degli invertebrati, cordati, molluschi,

miliardo!], in più “tornate” riuscirebbe a vedere i tratti fondamentali della nostra lunghissima evoluzione²⁸. L'intera durata di una vita umana è un breve batter di ciglia per un alieno che viaggi quasi alla velocità della luce.

L'origine dell'universo è infatti situabile a 13,8 miliardi di anni fa del *nostro tempo terrestre* sulla base della radiazione cosmica di fondo, o a 13,7 miliardi se basata sull'ultima calibratura della costante di Hubble (pari a 74,3 km/s per megaparsec)²⁹. Possiamo pensare Dio come colui che, da vero Signore del tempo, è stato in grado di accompagnare in modo trascendentale e benedicente (Gen 1,22.28) lo sviluppo dell'evoluzione; in essa già un decennio fa riconoscemmo un logos (logica) interpretabile come dono del Logos³⁰, ribadito un lustro dopo nel già citato articolo nel numero sugli animali della rivista «Filosofia e Teologia»³¹. L'idea di un universo statico e immutato dai tempi della sua creazione è (quasi) definitivamente morta: la cautela deriva dal fatto che, secondo un sondaggio del 1991, almeno cento milioni di americani credono che «Dio abbia creato l'uomo, all'incirca nella sua forma attuale, in un determinato momento negli ultimi diecimila anni». E non sono i soli; anche in Italia vi sono ancora creazionisti, che ritengono i fossili un residuo causato dal diluvio universale: per alcuni, dopo la caduta di Adamo ed Eva, l'evoluzione ed il suo insegnamento nelle scuole costituisce la più grande maledizione mai abbattutasi su questa terra. Da notare che negli Stati Uniti il 71% degli adulti conosce (almeno in parte) la teoria dell'evoluzione; ma sono anche il paese con la più alta percentuale di creazionisti: quindi “conoscono” la teoria di Darwin ma non ci “credono”. Sotto questo profilo la Chiesa

artropodi...) che hanno portato agli organismi pluricellulari attuali. Poi, senza tornare a casa ma con “viaggetti” più corti come andare ad es. a dare un'occhiatina su Andromeda (la galassia nostra gemella), 4,4 milioni di anni fa avrebbe visto l'*Ardipithecus ramidus*, poi Lucy (*australopithecus afarensis*) 3,3 milioni, l'*Herectus* a 2 milioni, e finalmente 200.000 anni fa l'alba dell'*homo sapiens*.

28 Stefano PISANI, nell'articolo *L'uomo alla ricerca di altri mondi*, nel numero 08 (15 aprile 2015) della rivista Rocca, pp. 44-46, dopo aver parlato delle dilatazioni temporali a velocità relativistiche, ne affronta giustamente la possibilità pratica; dato che l'essere umano sopporta a malapena l'accelerazione per entrare in orbita terrestre (da 0 a 8 km/s in pochi minuti), è necessaria una lenta accelerazione per raggiungere ad es. il 10% della velocità della luce (c), ad occhio di circa 6 mesi, quindi 1 anno per il 20% di c , e diciamo almeno 5 anni, se mai sarà possibile, per pervenire quasi alla velocità della luce. Ci vuole comunque una spinta più “efficace” di quella chimica attuale. L'autore passa in rassegna i vari tentativi già in cantiere, ossia i progetti in fase di sviluppo per una propulsione più efficiente: dalle vele (di cui è stato fatto il primo esperimento riuscito in orbita terrestre nel maggio 2015 con una struttura di 32 metri quadri) agli ioni, dal nucleare al plasma e all'antimateria ecc. Senza contare che, a tali altissime velocità, la “banale” collisione con un granello consistente di polvere od una pietruzza potrebbe disintegrare l'astronave; e pure lo “scontro” con gli atomi di idrogeno dispersi nello spazio produrrebbe un'intensa e quasi letale radiazione gamma.

29 La differenza di 100 milioni di anni è un'inezia irrilevante su scala cosmologica, anzi conferma la sostanziale validità della datazione del big-bang, che non è detto sia l'inizio assoluto del creato (come nella teoria delle stringhe che tenta di risalire oltre, guarda caso ad un campo spazio-dilatoneo anteriore). Ci può essere stata la contrazione d un universo precedente che, quando ha raggiunto la contrattura massima nella singolarità spazio-temporale del buco nero, è poi esploso nel nostro buco bianco (big-bang). Ma il o i rimbalzi eventuali precedenti spostano solo il problema senza risolverlo; S. Hawking sostiene che tutto si è originato da solo, che “non c'è bisogno di Dio, che Dio deve morire” come espresso nel film *La teoria del tutto*. Noi invece sosteniamo che all'origine c'è stata la creazione da parte di Dio dello spazio e del tempo: dalle sue fluttuazioni quantistiche di particelle virtuali (come ci ha insegnato lo stesso Hawking a proposito dei buchi neri che in certe situazioni “evaporano”) si è poi originata la materia a noi familiare. Tali proprietà virtuali possono essere considerate ipo-fisiche, sub-fisiche o trans-fisiche, che si evolveranno nelle ere cosmiche al limite del protomentale.

30 Mauro Pedrazzoli, *Creazione come dono del logos* (genitivo oggettivo) e *come dono del Logos* (genitivo soggettivo)? in “Filosofia e Teologia” n. 3, anno 2006, intitolato «Logos. La logica del Prologo», pp. 553-570.

31 Mauro Pedrazzoli, *L'alba dell'uomo in rapporto agli animali*, op. cit., pp. 61-70.

cattolica si mostra molto più aperta di quella ortodossa russa che, dopo il crollo del socialismo “reale”, ha invocato il tramonto del monopolio darwinista, nella scia di un sillogismo più o meno strisciante: il regime comunista era ateo e proponeva il darwinismo; il comunismo ha fallito, quindi anche il darwinismo fallirà.

Interessante come si sia verificata in Russia una situazione simile agli Stati Uniti, mostrando un ventaglio di proposte differenziate che vanno dal creazionismo duro e puro, all'uso improprio del termine “teoria” (il darwinismo è solo *una* teoria fra tante, cioè una “pura” opinione senza troppe basi), sino all'esposizione più o meno articolata dell'evoluzione teistica, ossia l'evoluzione guidata da Dio³².

3. *Evoluzione creativa, selezione cieca*

La selezione è un esame con due prove pratiche: la prima riguarda il sopravvivere abbastanza a lungo per potersi riprodurre, mentre il voto nella seconda viene assegnato in base alla quantità della progenie (SJ 100).

Riassumiamo in breve per continuare a demolire i due miti della casualità e cecità³³. Infatti se la natura, in milioni di anni, ha prodotto tutti gli esseri viventi ben prima della *res cogitans* umana, perché negarle una certa “intenzionalità intelligente” o almeno una direzionalità mirata? In tal modo la vita purtroppo viene letta con gli schemi della non-vita, della materia inerte, puramente *estesa*, sottoposta solo a leggi ma priva di spontaneità mirata³⁴. Il sistema cartesiano ha fortemente influenzato l'orientamento dominante nelle ricerche attuali, ma in modo pienamente secolarizzato con la scomparsa dell'atteggiamento mentale più ampio (la fonte filosofico-teologica da cui scaturiva il significato ed il senso del mondo) ad es. di Cartesio e Newton³⁵. Secondo questo modo di pensare la natura è anzitutto la natura inanimata, la materia inerte, oggetto privilegiato dei metodi della fisica e della chimica. La materia inerte fornirebbe i fondamenti concettuali del sapere scientifico e quindi pure dell'unica interpretazione valida della vita (anche se paurosamente restrittiva e riduzionistica). Si parla di biologia nella misura in cui si riesce a intendere la vita dal punto di vista chimico-fisico. La vita non è che una variante dell'inerte, possibile a partire da un certo livello di complessità della struttura molecolare: conseguenza inevitabile di questo modo di pensare è la concezione meccanicistica dell'organismo, attaccata/contestata anche da Kant. Ovviamente non bisogna passare alla concezione esattamente opposta, come quella

³² Cfr Giorgio Tarditi Spagnoli, *La Jihad creazionista contro l'evoluzionismo*, in *Micromega* 7/2010, Almanacco della scienza, p. 27s.

³³ Per una esposizione più dettagliata della questione, cfr del sottoscritto, solo on-line in www.ilfoglio.info, *Dio e la Terra*, seconda parte, pp. 32-41. La forma cartacea *Evoluzione creativa, selezione cieca* si trova nel numero 411 (Aprile 2014) del *foglio*.

³⁴ HANS JONAS, *Organismo e libertà*, op. cit., pp. 102-106; nel quinto capitolo intitolato col suggestivo *Dio è un matematico? Sul senso del metabolismo*, pubblicato autonomamente in precedenza, Genova 1995.

³⁵ Un tempo sovrastava il tutto l'idea della creazione: il grande costruttore, il progettatore era sempre presente nella loro coscienza (di Cartesio, Newton e altri) anche quando discorrevano della vita o dell'universo in termini molto tecnici (matematici, algoritmici), sia che immaginassero tale creatore perennemente all'opera, sia che lo pensassero come lontano contemplatore delle sue creature.

di Teilhard de Chardin, secondo cui la materia “inerte” non esiste, e quindi non c'è distinzione di essenza tra materia e vita (discusso in Jacques Monod, *Il caso e la necessità*, Oscar saggi, Mondadori 1970/1974, p. 41; abbreviazione: *Monod*), con l'energia distribuita su due vettori: uno è quello dell'energia “ordinaria” mentre l'altro corrisponderebbe alla forza di ascendenza evolutiva sino alla sua concentrazione totale e finale nel punto Ω (omega).

Possiamo invece ragionevolmente pensare che le rocce siano materia inerte, mentre già le strutture cristalline cominciano a “muoversi”, sia pure ad un livello di complessità di gran lunga inferiore a quello degli esseri viventi conosciuti.

Un essere organizzato non è dunque una semplice macchina, poiché quella non ha altro che la forza motrice, ma possiede in sé una forza formativa autopropagantesi, che comunica alle sue componenti che non ce l'hanno di per sé, organizzandole; ciò non può essere spiegato con la sola facoltà meccanica del movimento (Kant, «Critica del giudizio», UTET, Ebook 2013, p. 293; dato che il numero delle pagine varia da edizione a edizione, si trova nel paragrafo & 65 “Le cose in quanto scopi della natura sono esseri organizzati”).

Nella scia quindi sia del kantismo e sia soprattutto dell'idealismo filosofico (tedesco), occorre non limitare l'interiorità della natura al caso isolato dell'uomo³⁶, bensì ampliarla ad es. nella direzione della teoria della mente allargata (TMA) di Riccardo Manzotti e Vincenzo Tagliasco³⁷; la *natura* non è per nulla una roccia (il paradigma della pura *res extensa*), bensì partecipa del mentale, anche se in forme e gradi diversi.

Ma questo non significa un finalismo di vecchio stampo, né un super-progetto già delineato in tutti i suoi dettagli, coi suoi precisi programmi in una sequenza preconfezionata. La sterminata moltitudine delle specie non sono quindi il frutto di una “stampo” divino ideato e preordinato sin dall'inizio; l'idea di una vita fissata in uno stampo divino è morta con Darwin. Le specie non sono più prodotti immutabili, entità fisse inscritte nello scenario immobile della creazione divina, quindi create separatamente, bensì soggette a costante trasformazione: tutto è cambiamento sui tempi lunghi. Gli stimati nove milioni delle specie di insetti (di cui solo un sesto conosciute e catalogate) non sono immediatamente riconducibili alla volontà del Dio vivente, Signore e donatore di vita in senso lato: il quale ha puntato al fatto sostanziale della cerebralizzazione massima, che almeno una specie avrebbe dovuto raggiungere (al di là del suo schema corporeo e della sua provenienza da un determinato *philum*) secondo il suo desiderio di avere un altro da sé con cui relazionarsi. Già a partire dagli insetti la trasparenza scompare, e la superficie dell'animale può divenire

³⁶ JONAS, *ivi*, p.71ss

³⁷ R. MANZOTTI e V. TAGLIASCO, *Coscienza e realtà*, Il Mulino, Bologna 2001, op. cit. (anche nelle abbreviazioni bibliografiche), in particolare le pp. 183, 268, 389, 391, 455, 459, 515ss, 528.

interamente opaca (con la sola eccezione del CHANDA RANGA, o pesce di vetro del sud-est asiatico che ha il corpo quasi perfettamente trasparente, per cui si vedono in pratica la maggioranza degli organi interni): nasce così la dualità fra interno ed esterno, che non è solo frontiera, involucro atto a proteggere l'ambiente interno, bensì vetrina di fenomeni ottici sino allo sviluppo di una ricca ornamentazione cromatica. La superficie opaca permette di fondare rapporti, fra gli organismi tra loro e con l'ambiente, che non esistono nel regno della trasparenza e dei contatti puramente chimici come nel pre-cambriano: ricordiamo che in tale periodo di 800 milioni di anni fa emerse la pluricellularità a partire da processi attivi nell'antenato unicellulare comune, che pare essere stato il *Capsaspora owczarzaki*: esso, pur costituito da un'unica cellula, genera tre tipi cellulari diversi in momenti differenti della sua breve vita. È quindi possibile che gli antenati comuni dei pluricellulari (o metazoi) fossero in grado di formare specifici tipi cellulari in momenti diversi, capacità fondamentale per la loro aggregazione in gruppi di cellule con funzioni distinte e la successiva evoluzione di tessuti animali.

Tornando alle superfici opache, con esse nasce quindi l'interiorità dell'essere, da non confondersi con le "interiora" degli animali; si acquisisce in tal modo una sempre maggiore egoità passando attraverso i cordati e i vertebrati, con la formazione del midollo spinale, sino al costituirsi all'interno di una complessa struttura nervosa centralizzata nell'encefalo.

Gli insetti sono comparsi circa mezzo miliardo di anni fa, ma sono rimasti animali *solitari* fino alla comparsa delle termiti, 300 milioni di anni dopo. Le formiche si evolvettero cento milioni di anni fa; per quanto antico, l'equilibrio di ciascuna società è ancora pronto a cambiare quando se ne presenta l'occasione (SJ 196).

In fondo accade raramente che un cambiamento casuale migliori un dispositivo che già funziona bene. È improbabile che colpendo una macchina cuore-polmone con un martello si aumenti l'erogazione di ossigeno (SJ 172).

Bisogna distinguere accuratamente fra evoluzione creativa e selezione cieca, sfatando appunto il doppio mito della selezione naturale e della pura casualità stocastica. È la selezione che non è preveggenze, mentre l'evoluzione è creativa: ciò non significa che abbia una preveggenza in senso stretto ed alla maniera antropomorfa, ma una direzionalità teleonomica sì: una questione cruciale che cercheremo di approfondire.

La selezione in effetti è troppo *cieca* per poter realizzare qualcosa di tanto complesso come un occhio (o di ancor più complesso come l'orecchio), e non richiede alcuna fede *cieca* nelle capacità delle sue imprese. *L'Origine delle specie* è una grande opera che spiega bene la diversità esteriore di piante e animali; purtroppo se la cava molto meno bene per quanto riguarda la struttura interna, biologico-molecolare che Darwin ovviamente non poteva conoscere: un cetaceo ha tre miliardi di basi di DNA, mentre una salamandra (SJ 173) di un paio di centimetri ne ha venti volte tanto, quindi pure molte, molte più di noi. Come mai? Risiede forse qui la sua strabiliante capacità di rigenerarsi gli arti? Anche il genoma di una cipolla contiene 16 miliardi di paia (coppie) di basi, 5 volte più delle nostre (3 miliardi di

paia di basi azotate)! Ormai è chiaro che la complessità non dipende dalla quantità di geni ma dalla loro “organizzazione”; il grano duro ha più geni di chi li mangia: 33 mila contro i 20 mila degli esseri umani. Esso è il frutto di un incrocio spontaneo fra due specie selvatiche mediorientali, che hanno sommato i rispettivi cromosomi; ma cosa se ne fa il grano di tutti quei geni?

Sono qui, in nota, spiegati almeno tre esperimenti cruciali recenti che vanno nella direzione suddetta: le macromutazioni (che portano a nuove specie) non sono per niente casuali (solo le micromutazioni lo sono in gran parte), e soprattutto il fatto che a volte (spesso?) la selezione lavora contro la complessità!³⁸. Paradossalmente è proprio l'apparato sperimentale medesimo, ossia la sua stessa base e *attendibilità empirica* [e non quelle che essi reputano “chiacchiere” di filosofi] a confutare la casualità-cecità, superando la sventurata divisione del mentale dal materiale. Lo stesso Telmo Pievani, in uno dei suoi ultimi articoli, ha cominciato ad accogliere e incamerare certe acquisizioni dei “riformisti”, che fino a non molto tempo fa erano considerate “bestemmie” o “eresie” dai (neo)darwinisti: «Alcune di queste variazioni nell'espressione e nella regolazione dei geni – indotte dall'ambiente e senza alterazioni del DNA (ossia “epigenetiche”) - vengono in seguito stabilizzate dalla

³⁸ Per quanto concerne il primo, è illuminante quanto scrive Michele Catanzaro, *L'imprevista prevedibilità dell'evoluzione*, in «Le Scienze» Aprile 2013, box a p. 27): in un esperimento, a parità di condizioni ambientali, si è avuta la stessa storia evolutiva. I ricercatori dell'Università della British Columbia hanno analizzato popolazioni di batteri di *Escherichia coli* [che vivono nel nostro intestino e sono necessari per la digestione corretta del cibo], coltivate in tre provette per sei mesi, ossia per 1000 generazioni; in tutti e tre i casi si partiva con popolazioni identiche, a cui venivano imposte le stesse condizioni ambientali, in particolare l'alimentazione con una soluzione zuccherata ed una acetosa. Alla fine si è sviluppata la medesima situazione, con geni simili che erano mutati allo stesso modo e circa allo stesso tempo: come è possibile se vale il dogma delle loro mutazioni casuali? Significa che esse non sono casuali! Almeno in questa situazione sperimentale, l'evoluzione ha dato la stessa soluzione allo stesso problema: essa non è per nulla cieca, anzi mirata con riconoscimenti-rappresentazioni, e soluzioni *ad hoc*.

Una conferma ulteriore (secondo esperimento analogo) è venuta anche dai vermi nematodi (cfr G. Sabato, *Vie obbligate dell'evoluzione* in «Le Scienze» dell'Ottobre 2011, p. 30); di fronte ad una stessa sfida ambientale, diversi ceppi del verme *Caenorhabditis elegans* in occasioni differenti hanno infatti reagito allo stesso modo: fra i tanti geni che potevano mutare per dare un fenotipo più adatto alle nuove circostanze, le mutazioni hanno riguardato sempre gli stessi. In colture di laboratorio ricche di nutrienti, due ceppi coltivati in abbondanza di cibo, uno da 4 anni e l'altro da molto di più, hanno acquisito indipendentemente il nuovo fenotipo mediante lo stesso set di mutazioni. Quindi le mutazioni evolutivamente rilevanti [i becchi dei fringuelli delle Galapagos non lo sono, poiché sempre fringuelli rimangono], oltre a non essere casuali, sembrano concentrarsi in aree precise dei genomi: possiamo ipotizzare che esistano specifici settori nel nostro Dna addetti...alla ricerca.

Alcuni moscerini (le drosofile; terzo esperimento) hanno sviluppato in laboratorio zampe fuori dalle regole, complicate colorazioni delle ali e forme diverse di antenne; hanno potuto godere di questa maggiore complessità poiché nei laboratori vivono una vita da «viziati» e sono nutriti con regolarità in un clima temperato e stabile (con una selezione naturale quindi debolissima), mentre i loro parenti in natura devono confrontarsi con fame, predatori, freddo e caldo. In natura non si possono permettere le suddette complessità neutrali, appunto perché non portano inizialmente nessun vantaggio, anzi hanno un costo energetico e metabolico di cui nella pressione selettiva non possono concedersi il lusso (sono di fatto svantaggiose nel breve-medio termine). Ciò significa che in questi casi la selezione naturale lavora contro la complessità! L'hanno battezzata «legge evolutiva in assenza di forze» (*zero-force evolutionary law*; così Carl Zimmer, *Le sorprendenti origini della complessità della vita*, in “Le Scienze” Ottobre 2013, 50-55, p. 53). Un processo analogo (cioè il fatto di godere di maggiore complessità con o senza la selezione naturale) già dagli anni novanta era stato chiamato «evoluzione neutrale costruttiva»: ossia le mutazioni potrebbero generare strutture complesse senza passare dalle fasi intermedie in cui sono selezionate per i vantaggi adattivi forniti all'organismo (ivi, p. 54). *Viene sfidata l'idea-mito che tutta la complessità debba essere sempre adattiva, cioè immediatamente utile e vantaggiosa.*

selezione e sono in grado di trasmettersi per più generazioni» (T. Pievani, *Ripensare Darwin?*, «Le Scienze», Maggio 2015, p. 44).

Si viene così a sconfessare il vecchio dogma centrale della genetica, secondo cui il flusso va dal DNA (murato, senza subire alcun influsso dall'esterno o dall'ambiente) alle proteine ma non viceversa: guai, sarebbe stata un'eresia tipo quella di Lamarck. L'idea che un carattere acquisito nel corso della vita di un animale potesse essere trasmesso era un tempo un anatema, liquidato alla prima lezione di tutti i corsi di genetica con una storia (poco elegante) sugli ebrei e il prepuzio [il taglio del prepuzio non si trasmette ai figli, per cui ogni nato deve essere a sua volta circonciso]. Ma quanto detto sopra (e altro ancora) liquida l'idea che i geni siano inviolabili e liberi dagli effetti insidiosi del mondo esterno: fra l'altro possono essere in sé ben più vecchi della specie che li porta, avendo un'esistenza separata rispetto a quella del loro veicolo, la pianta o l'animale. L'ereditarietà è basata su particelle discrete e digitali, non su fluidi analogici; tuttavia, visto nella sua globalità, il mondo non si riduce a particelle in movimento (come nella vecchia fisica newtoniana): non abbiamo quindi la consacrazione del riduzionismo, bensì la sua dissoluzione. I cambiamenti di paradigma sono quelli che noi andiamo sostenendo da tempo nei nostri articoli: ossia a) la differenza tra micro-mutazioni (spontanee) e macro-mutazioni (indirizzate, orientate); b) il superamento del suddetto dogma centrale; c) l'incameramento nel DNA e quindi la trasmissione di *certi* caratteri acquisiti (l'abborrita “bestemmia” di Lamarck); d) l'acquisizione di una direzionalità, seppur *vincolata*.

I vincoli sono anche e soprattutto “originari”, da cui non si può uscire così facilmente. Facciamo l'esempio della nostra vista che è piuttosto buona ma, in confronto con quella di altri animali, non è certo il meglio: rapaci come il falco pellegrino hanno un'acutezza visiva che è quattro volte la nostra. Gli occhi dei vertebrati si sono evoluti una sola volta, e quasi sicuramente in mare, poiché essi sono sensibili solo alla porzione dello spettro elettromagnetico compreso fra l'infrarosso e l'ultravioletto (esclusi), appunto la luce visibile che nell'acqua marina è l'unica che resiste per distanze apprezzabili. Ma nei nostri occhi c'è un “vizio di progetto” incorporato in epoca remota, “uno sbaglio da sprovveduto”: vale a dire il cablaggio a rovescio dei fotorecettori dei coni e bastoncelli che determina nel nostro occhio un punto cieco dove il nervo ottico attraversa la retina per portare i segnali al cervello³⁹. È il cavallo di battaglia degli oppositori dell'*intelligent design*: a detta loro «solo un ingegnere ubriaco avrebbe potuto progettare un occhio siffatto». È corretto che non esisteva un progetto a monte dettagliato e pre-confezionato del sistema visivo; ma l'intelligenza della e nella natura vi ha posto rimedio eliminando la macchia cieca senza uscire dai vincoli strutturali già insediati, poiché non poteva sconvolgere tutto l'impianto ribaltando le delicatissime vie del nervo ottico che devono raggiungere la corteccia occipitale (quella dietro nel cranio). Anche nell'udito non siamo messi troppo bene, ad es. rispetto ai gufi con la loro tecnica tipo radar ad impulso singolo; la natura è pervenuta, nella sua intelligenza, alle stesse soluzioni trovate dai progettisti dei radar e sonar, ma in anticipo su di loro di almeno 30 milioni di anni (Umberto Bottazzini, *Origine pelagica dell'occhio*, in «Il Sole 24 ore» di Domenica 30 Settembre 2015, inserto culturale n. 259, p. 28).

Quindi il nostro occhio è imperfetto, ma per fortuna siamo abituati alle sue mancanze;

³⁹ È come se maneggiando una macchina fotografica facessimo passare il cavo dell'autoscatto davanti all'obiettivo: si viene a creare nella visione una macchia cieca, che il cervello riempie prolungando le immagini al contorno. Fanno eccezione (solo) i cefalopodi (come polpi, calamari e moscardini) che si sono evoluti separatamente.

abbiamo anche una penuria di recettori della luce blu: un fatto di cui si accorsero gli impressionisti che infatti sfumavano i loro fiori blu (SJ 165s). L'analisi molecolare colloca la grande radiazione evolutiva dei fiori intorno ai 150 milioni di anni fa, dopo essere probabilmente sbocciati in mare; le altre piante invece (quelle non da fiore) hanno colonizzato la Terra circa 400 milioni di anni fa.

Il mondo è pieno di fiori bianchi, ma solo per noi. Se alla guida della nostra auto stessimo procedendo verso un incrocio con semaforo alla velocità di 150.000 km/s (la metà della velocità della luce), la luce del semaforo, pur essendo rossa per gli autisti fermi pronti a ripartire, a noi apparirebbe verde per l'effetto Doppler (ma non è una buona scusa per evitare la multa; in compenso l'autovelox non riuscirebbe certo a fotografare la nostra targa).

Il nostro ipotetico alieno proveniente da Abell 2115 [il super-ammasso osservato da due telescopi spaziali, da *Hubble* nel visibile e da *Spitzer* nell'infrarosso: dati poi rielaborati dal progetto di ricerca RELICS], per vedere qualcosa avrebbe almeno dovuto dimezzare la sua velocità; avrebbe comunque visto tutti i movimenti sulla Terra notevolmente accelerati, e con dei colori diversi da come li vediamo noi.

Tornando all'occhio, esso è stato modificato – ma non perfezionato – bensì riarrangiato e riaggiustato per il suo scopo attuale. Perché i gatti hanno quegli inquietanti occhi da rettile, con le pupille a fessura verticale? [Le Scienze, Ottobre 2015, 30]. Il principale vantaggio della pupilla a fessura, secondo lo studio, pubblicato su «Science Advances», di Martin Banks dell'università della California a Berkeley, è consentire una grande variabilità nel ricevere la quantità di luce, permettendo di vedere bene sia di giorno che di notte. Avendo occhi posti frontalmente, le fessure verticali sono poi le migliori per giudicare le distanze soprattutto quando si è piccoli e vicini al suolo (come appunto i gatti e in genere i piccoli predatori che cacciano sia di giorno che di notte); mentre se gli occhi sono ai lati del cranio le pupille a fessura orizzontale sono ideali per avere il massimo campo visivo (come negli erbivori che negli spazi aperti devono individuare minacce provenienti da ogni direzione). Gli animali come noi, che non hanno bisogno di capacità visive così specializzate, hanno invece “banali” pupille rotonde.

Riparazioni perfette e imperfette

Pure il DNA non è così perfetto, tanto da aver bisogno di manutenzione...

Anche nel 2015 il Nobel per la chimica ha premiato ricercatori che hanno studiato gli enzimi e i loro complessi meccanismi coi quali il DNA ripara le proprie lesioni, che se non curate ne compromettono la funzione codificante generando gravissime malattie. Si tratta di

alterazioni che distorcono la struttura elicoidale delle macromolecole, di un “decadimento” del DNA che ha una struttura instabile. Ciò significa che non è per nulla perfetto, proprio come l’occhio; ma non bisogna dedurre disordine caotico, in quanto il sistema è comunque in grado (anche se fa quello che può in quelle condizioni) vuoi di rimediare alla macchia cieca dell’occhio vuoi di riparare il DNA: un indubbio segno di intelligenza, direzionalità mirata, teleonomia (vedi poco più avanti la discussione con Monod e Nagel), *riconoscimento* non solo che qualcosa non va, ma dov’è l’alterazione e l’anomalia. Una famiglia di proteine ripara il DNA mediante escissione di basi (*Ber; base excision repair*). In pratica si tratta di un “taglia e cuci”, che abbiamo appena imparato ad imitare: oltre alla terapia genica tradizionale con cui si aggiunge una copia del gene funzionante nelle cellule per correggere uno specifico difetto, stiamo infatti oggi collaudando l'*editing* genomico: una tecnica rivoluzionaria che permette di riscrivere localmente il DNA stesso, inserendo i geni in luoghi specifici e ripristinando la loro corretta espressione [appunto un “tagli e cuci”, od un “taglia, aggiungi e cuci”, oppure un copia-incolla]. Il numero del «Le Scienze» dell'Aprile 2016 contiene ben tre articoli consecutivi (da p. 29 a p. 47) dedicati al CRISPR-Cas9, l'enzima che rivoluziona la genetica, un editing che permette di modificare e riparare i genomi, una tecnica che abbiamo appreso e desunto dal sistema immunitario dei batteri, che sono molto più “vecchi” di noi (per 2-3 miliardi di anni hanno scorrazzato solo loro sulla Terra) e la sanno lunga su come sopravvivere: le pioniere sono state due donne, Jennifer Doudna ed Emmanuelle Charpentier. Fra l'altro i cianobatteri, poco più di due miliardi di anni fa, iniziarono a pompare ossigeno nell'atmosfera (la Grande Ossidazione che diede origine a circa due terzi dei minerali conosciuti), sterminando la maggior parte degli organismi anaerobi precedenti (per i quali l'ossigeno era un veleno) e preparando l'arrivo delle forme multicellulari, per le quali invece l'ossigeno è un elemento fondamentale di vita. Non è perciò vero, come talvolta si dice, che siamo la sola specie in grado di alterare l'ambiente terrestre su scala globale, poiché prima di noi i batteri hanno appunto riplasmato radicalmente le condizioni dell'intero pianeta. Siamo certamente gli unici in grado di farlo consapevolmente e su scale di tempo rapidissime.

Inoltre il DNA si scombina e va incontro al disappaiamento (*mismatch*) delle basi nella doppia elica, a cui si pone rimedio riallineando le basi azotate attraverso un processo cosiddetto di fotoriattivazione, poiché viene usata l’energia della luce visibile [quasi come noi, quando riallineiamo nelle nostre tabelle di Word o Excell]. Naturalmente la riparazione non è efficace all’infinito, soprattutto quando i difetti compaiono nei meccanismi stessi di correzione (chi controlla il controllore?)⁴⁰, in particolare nell'età avanzata per molte malattie neurodegenerative (qui i meccanismi diventati col tempo difettosi sembrano essere due enzimi: XRCC1 e PARP). Sta poi emergendo nella ricerca l'importanza sempre maggiore dei microRNA, una molecola molto piccola ma capace per sua natura di riconoscere sequenze nucleotidiche specifiche e di *appaiarvisi*. Si tratta di un interruttore molecolare estremamente selettivo, per accendere o spegnere sequenze geniche, per regolarle ed eventualmente ripararle. Il sistema riconosce quindi luoghi specifici: già nello sviluppo embrionale ogni cellula deve riconoscere la posizione in cui si andrà a piazzare rispetto al resto del corpo di cui fa parte; a tale scopo esiste una proteina, siglata CDC-42, che permette alle cellule di distinguere il lato anteriore da quello posteriore, e il sopra dal sotto. Lo conferma anche il recente (Febbraio 2017) esperimento con cui è stato creato il primo

⁴⁰ Cfr G. CORBELLINI, *Enzimi che riparano il DNA*, «Il Sole 24 ore» di Domenica 11 Ottobre 2015, p. 31: esiste anche un meccanismo di riparazione “al buio”.

embrione artificiale dalle cellule staminali di un topo, coltivate dai biologi di Cambridge su uno scheletro di proteine *tridimensionale* e non più solo bidimensionale. In tal modo le cellule acquisiscono quella che si chiama “informazione di posizione” e riescono ad indirizzare tutte le fasi della morfogenesi mimando tutti i fenomeni biologici delle primissime fasi dello sviluppo embrionale pre-impianto [cfr la Stampa del 3 Marzo 2017, p.12].

I cervelli (se grandi peggio ancora) degli animali in genere non sono più “ri-programmabili” per andare verso una mente cosciente come la nostra. Bisogna partire da zero, o meglio dai cervelli dei mammiferi, in particolare dalla pantegana-scoiattolino (castorino o nutria) di 300 milioni di anni fa, andando in sequenza verso i lemuri, quindi le scimmie, per poi arrivare all'uomo: infatti l'altro scoiattolino un po' più evoluto *Purgatorius*, di 65 milioni di anni fa, era quasi a tre/quarti del cammino cronologico (cfr il par. 11.3 sull'ominizzazione) verso la meta-cognizione.

Da un cervello di un non-mammifero, così come si sono incanalate le cose, non si può evolvere la neo-corteccia: e neppure all'interno dei mammiferi se esso ha imboccato in partenza altre strade. Siamo così in grado di rispondere alla seguente domanda: «Perché un cervello così grande (in rapporto al peso corporeo) si evolvette [evolve] in un gruppo di mammiferi allora piccoli⁴¹, primitivi e arboricoli, più simili a ratti e toporagni che non ai mammiferi solitamente giudicati più avanzati?» (Gould 184⁴², che lascia la domanda aperta). I mammiferi primitivi erano prevalentemente *roditori*, piccoli e agili, pelosi e a sangue caldo; poi ben prima della scomparsa dei dinosauri si sono evoluti in castorini e scoiattolini, con una rapida radiazione evolutiva all'inizio del Giurassico (circa fra 200 e 145 milioni di anni fa). Solo le forme di grande taglia hanno dovuto attendere l'estinzione dei grandi rettili nel limite KT, circa 70 milioni di anni fa, nel passaggio dal Cretaceo al Terziario, quando si sono estinti i dinosauri mastodontici.

Ma la risposta alla domanda di Gould a mio parere c'è: perché, se ad uno stadio più evoluto si è infilato un'altra e diversa direzione, non è più possibile riprogrammare il cervello verso sviluppi differenti.

Tale blocco può avvenire sia nei primordi (par. 3.1) che in fase avanzata (par. 3.2).

3.1 (*Vincoli, necessità*) *Nei primordi*

Gli insetti, come gli angeli, non devono rinunciare agli arti superiori per farsi crescere le ali.

Come esempio di primordi torniamo al precambriano, a 800 milioni di anni fa, in cui

⁴¹ Già le cellule-uovo dei mammiferi sono tra le più piccole in assoluto: nel topo ad es. hanno un diametro di soli 80 micrometri. Sono inoltre vivipari: ossia l'embrione permane nell'organismo materno sino alla nascita. Invece le rane, gli uccelli e i pesci depongono uova [in genere “grandi” e visibilissimi a occhio nudo: il più grande è stato quello dell'*Aepyornis maximus* (un gigantesco uccello estinto del Madagascar, forse il più grande mai esistito), 160 volte quello di gallina; oggi le più voluminose sono le uova dello struzzo] che contengono tutte le sostanze nutritive e i fattori necessari per lo sviluppo di un pulcino o di un girino all'esterno dell'organismo materno.

⁴² STEPHEN JAY GOULD, *Questa idea della vita*, La sfida di Charles Darwin, 2015, Edizione speciale per il mensile Le Scienze pubblicata su licenza di Codice edizioni, Torino (d'ora in poi citato con Gould....).

compare il gene di Huntington, che nella forma “sana” contiene oggi la tripletta CAG ripetuta un numero limitato di volte, da 17 a 30. Ma quando si supera la soglia di 35 ripetizioni, insorge purtroppo la malattia omonima. Risalendo al precambriano, troviamo l'ameba Dicty (*Dictyostellum Discoideum*) in cui il gene nasceva “innocente”, senza CAG [vedi l'articolo di Elena Cattaneo a p. 35 di *Tuttoscienze* del 17 Giugno 2015]. Poi l'albero evolutivo si divide in due rami: da una parte gli insetti (protostomi) e dall'altra il nostro ramo (deuterostomi: il più antico rappresentante di questi antenati dei vertebrati è stato recentemente ritrovato in Cina, ossia *Saccorhytus coronarius*, a forma di sacchetto con una bocca relativamente grande e privo di ano, datato 540 milioni di anni fa proprio agli inizi del Cambriano). Ebbene nel gene Huntington degli insetti non vi sono CAG ripetuti, che sono invece presenti da subito nel nostro ramo e in maniera progressiva: nel riccio di mare (il primo ad essere dotato di un rudimentale sistema nervoso), negli anfiossi (due CAG), nel pesciolino zebrafish (4), e via via nel topo (7), nella pecora (10), nell'elefante (12) e 15 nella scimmia; l'uomo è la specie che normalmente ne contiene di più. La senatrice a vita ha dimostrato che vi è quindi una correlazione stretta fra il grado di evoluzione del sistema nervoso e il numero di ripetizioni di CAG nel gene suddetto. L'evoluzione ha spinto (in maniera per me non casuale) verso sistemi nervosi sempre più complessi che potenziano le capacità, e forse sta ancora spingendo: ma la nostra fisiologia per ora non ne regge più di 35, andando incontro alla devastante e letale corea di Huntington (corea significa appunto “danza”, poiché i primi sintomi sono movimenti involontari...); in futuro potrà forse nascere una nuova (sotto)specie capace di reggere oltre la soglia dei 36, quindi potenzialmente più complessa e intelligente della nostra. I portatori della corea li chiamiamo “malati”: sì, però potrebbero anche essere involontari protagonisti dell'evoluzione della nostra specie.

Ma la biforcazione iniziale è stata decisiva: una volta infilata ad es. la via degli insetti, si esplora tutto il “possibile adiacente” (con circa 10 milioni di specie, a cui si è già accennato sopra, la natura si è davvero “sbizzarrita” nel creare forme e funzioni tra le più singolari) ma non si arriverà mai ad un sistema nervoso; rimane una valle collaterale con svariatissime forme bellissime: basta guardare all'estrema complessità, oltre che alla bellezza estetica, delle ali di una farfalla, coi suoi incredibili colori, disegni e forme.

Si sono esplorate tutte le valli collaterali, col mistero dell'emergenza di nuove funzionalità nell'evoluzione che prima non esistevano: ad es. l'udito, la vista, il volo, il linguaggio. Che origine hanno tutte queste novità? (STUART KAUFFMAN, *Esplorazioni evolutive*, Edizione italiana a cura di T. Pievani, Biblioteca Einaudi 202, Torino 2005, p. 8; abbrev. EsEv...).

Senza contare quelle già sufficientemente conosciute, con effetti drastici sulla struttura del corpo: zampe che si trasformano in pinne (e viceversa), antenne in gambe, occhi in ali; per far ciò basta un'alterazione in una breve sequenza genetica, compresa la scomparsa degli arti nei serpenti. Per i pipistrelli e gli uccelli è facile: le loro ali sono braccia modificate; modificar una zampa anteriore in un organo di volo non è poi una gran cosa. Ogni osso dell'ala di un uccello o di un pipistrello ha un proprio omologo nella zampa anteriore di un coniglio o nella pinna di un cetaceo. L'ala-membrana di un pipistrello mostra ancora tracce di un apparato costruito originariamente per planare, ossia dall'alto verso il basso per risparmiare energia ed evitare i pericoli del terreno. Il primo vertebrato volante (il cui fossile è stato ritrovato in Germania nel 1910) utilizzava uno stratagemma “difettoso” se rapportato al volo degli uccelli attuali: delle asticelle ossee rafforzavano una coppia di ali curve fatte di lembi di pelle, che si aprivano come un ventaglio giapponese consentendo di planare: il ventaglio giapponese non ebbe alcun séguito né sviluppo, ma costituì un inizio ingegnoso

per quei tempi, ossia 20 milioni di anni prima che qualsiasi altro animale riuscisse ad alzarsi da terra. Tuttavia la maggior parte di animali volanti non è costituita da uccelli, ma da insetti che, come detto sopra nell'esergo, hanno sviluppato le ali senza perdere gli arti anteriori (simili all'iconografia degli angeli). Uno dei più antichi ordini di insetti, le plecoteri, dalla loro fase larvale acquatica sino alla fase adulta in superficie, ci dicono qualcosa sulla comparsa dell'ala: essa deve essersi evoluta da una zampetta molto articolata utilizzata anche come branchia, in parte palmata a mo' di pinna, usata inizialmente non per fluttuare ma per evitare l'annegamento risalendo verso l'alto. E in assenza di ali, le piume non possono essere usate per il volo: probabilmente si trattava di ornamenti per il corteggiamento, e/o di una forma di isolamento termico. Ma ciò non toglie la meraviglia finale: ciò che serviva per nuotare e respirare è diventato un organo di volo! [SJ 157-159]. Nel pre-cambriano non si può ancora parlare di individui in senso stretto, ma solo di organuli poco più in alto delle macromolecole vitali. Infatti la vita macromolecolare a livello infimo conosce solo la moltiplicazione per divisione: non conosce però la morte dell'individuo per legge interna, ma solo la distruzione casuale per un atto di violenza. In pratica l'esistenza macromolecolare è immortale; le forme che risultano dalla suddetta divisione difficilmente si possono chiamare individui, in quanto punti di partenza per nuove divisioni, spesso immediate: è questa la sua "immortalità". Tuttavia non si danno né la piena individualità, quale la conosciamo nei gradi biologici superiori, né la vera e propria morte dell'individuo. La morte e l'individualità sono inscindibili in quanto attributi di un grado di vita più alto [ADOLF PORTMANN, *Le forme viventi*, (Nuove prospettive della biologia), Adelphi 1989 (2 ediz), 194.207; abbrev.: AP]; ossia la morte è il prezzo da pagare per essere individui.

L'evoluzione ha veramente esplorato (quasi) interamente le svariatissime strade nell'ambito del possibile adiacente (vedi la nota 97), provandole praticamente tutte: tornando alla distinzione fatta sopra tra *ovipari* e *vivipari* [cfr la nota 41], ciò che negli animali che depongono le uova (i primi) si realizza *prima* della fecondazione (il rifornimento di sostanze nutritive indispensabili per lo sviluppo embrionale), nei mammiferi (i secondi) avviene in un secondo tempo, *dopo* la fecondazione, anzi dopo l'annidamento. Negli ovipari inoltre ci sono specie, come le testuggini, in cui il sesso è determinato dalla temperatura di incubazione; ed altre, come le grosse lucertole chiamate draghi barbuti (*Pogona vitticeps*), il cui sesso, determinato in un primo momento dai cromosomi, può essere modificato dalle alte temperature di incubazione («Le Scienze», Settembre 2015, p.32). Nei vivipari invece il sesso cromosomico in genere non viene cambiato. Se poi teniamo presente che esistono pure gli ovovivipari, in cui le uova sono incubate e si schiudono nell'organismo materno, senza che vi sia alcuna relazione nutritiva specifica e diretta con la madre, come invece accade nella viviparità, possiamo proprio dire che l'evoluzione ha veramente esplorato e provato tutte le strategie di riproduzione.

Questo avanzamento strategico verso la complessità è stato un fatto intrinseco e preordinato? Preordinato è troppo, ma sicuramente è stato prima di tutto un "fatto" (innegabile) e pure intrinseco: la vita si è certamente fatta non solo più varia, ma anche più complessa da quando è nata, ma soprattutto col più grande ordine possibile, sino a rasentare la maggior perfezione possibile.

Paragonando l'evoluzione ad un fiume che avanza (e considerando solo la parte finale della foce), esso non procede ad estuario andando in blocco ed in massa verso la complessità; esso è come un delta che si disperde e si dirada in tantissimi canali, rivoli, rigagnoli, rii, in

tantissime valli e canalizzazioni collaterali. Ma almeno un rigagnolo (quello dei mammiferi-primati) è andato verso la complessità cerebrale (pur con degli arresti, degenerazioni, involuzioni varie).

Si sono esplorate tutte le valli collaterali e i canali possibili; possiamo definire “casuale” ciò che si è prodotto solo in un paio di specie: ad es. il fatto che le femmine di una certa falena e dell'elefante africano producano lo stesso feromone sessuale complesso che attrae i maschi di entrambe le specie (...il che potrebbe risultare pericoloso per un maschio di falena che si avvicini ad una elefantessa). Guardando all'embrione di elefante e al dugongo⁴³, possiamo capire come l'ontogenesi (ossia lo sviluppo del feto dall'embrione alla nascita) sia una ricapitolazione abbreviata della filogenesi (l'evoluzione in migliaia di anni). Animali diversi sembrano simili fra loro nello sviluppo gestazionale, tanto che a volte è difficile distinguere gli embrioni di varie specie quanto più essi sono giovani. Infatti la ricapitolazione è pure incompleta perché nell'ontogenesi non si riproducono gli stadi finali degli antenati, e neppure le forme più evolute di un altro gruppo parentale. A volte le specie non si assomigliano un gran ché, per cui bisogna ricorrere all'embrione per dedurre l'eventuale “consanguineità”; altre volte invece basta la morfologia esterna, come per Darwin nel suo viaggio in Sud-America (isole comprese): ad es. lo stretto e inaspettato rapporto esistente fra i mammiferi sdentati e i roditori in tale sub-continente.

Ciò non toglie che siano esistite canalizzazioni più importanti: «*La variazione genetica stessa non sembra del tutto casuale* [finalmente si è arrivati a capirlo ed ammetterlo!!]: ...il materiale su cui agisce il processo selettivo non è dato solo dalle piccole mutazioni genetiche spontanee. Piuttosto la selezione trova di volta in volta compromessi coi vincoli interni e canalizzazioni di sviluppo che non hanno solo un valore negativo, ma orientano in positivo l'evoluzione, generando le innovazioni cruciali...Lo sviluppo guida le forme degli organismi lungo sentieri privilegiati» (Pievani, «Le Scienze», Maggio 2015, p. 44).

Telmo Pievani l'aveva già intravvisto una quindicina di anni fa nella sua prima opera *Introduzione alla filosofia della biologia*, Laterza, Roma-Bari 2005 [abbreviazione FdB], con un doppio livello esplicativo nella scia di Kim Sterelny: «quello (1) delle “spiegazioni robuste” di massima, ovvero [ossia] la ricerca dei *trend* evolutivi e dei *pattern* profondi che guidano la storia naturale e si configurano come concatenazioni causali in gran parte indipendenti dai dettagli più spicci; e quello (2) delle ricostruzioni effettive delle singole storie realmente attuatesi, ricche di dettagli e potenzialmente uniche...Le singole sequenze di episodi potrebbero essere effettivamente contingenti...ma forse le storie, accumulandosi, si raggruppano in “bacini di attrazione” che permettono, a un livello esplicativo diverso, di identificare regolarità e schemi ripetuti. Il primo livello studia l'indipendenza dell'esito finale della storia dalle idiosincrasie (“i capricci delle microstorie”) della sequenza che si è effettivamente realizzata (qui, la storia non si fa con i se). Il secondo livello studia le differenze fra la storia che si è realizzata e le infinite storie parallele che avrebbero potuto realizzarsi (qui, la storia si fa anche con i se)» (Ivi, FdB, p. 244).

⁴³ Un embrione di elefante ha reni abbastanza simili a quelli di un dugongo [cetaceo erbivoro dalla pelle spessa, lungo fino a tre metri, che vive nel Mar Rosso, Golfo Persico ed Oceano Indiano], adattati a vivere nell'acqua. Forse molto tempo fa un mammifero anfibio si divise in due: uno imboccò irrevocabilmente la strada dell'acqua, e l'altro tornò alla terraferma, senza perdere però la passione per i bagni e per gli spruzzi d'acqua effettuati con una proboscide che un tempo era un boccaglio (SJ 368).

L'embrione è un'immagine più o meno chiara della forma-genitore comune di ciascuna grande classe di animali. L'embrione rivela schemi nascosti di parentela perché, protetto com'è dalla necessità di adattarsi al mondo esterno, può conservare una maggiore quota del proprio passato rispetto ad un adulto.

La storia comunque conta, e la “logica universale della vita” va sempre declinata in una traiettoria storica in linea di massima irreversibile (Pievani, *ivi*, FdB, p. 199).

L'idea di evoluzione storica è per il biologo ciò che per il fisico è il principio di conservazione dell'energia.

Abbiamo il primato della conoscenza storica, una creazione quasi esclusiva del secolo XIX, a partire dal sistema hegeliano. Secondo Cassirer [*Il Darwinismo quale dogma e quale principio della conoscenza*, 1940, in (a cura di) Vittorio Somenzi, *L'evoluzionismo*, Classici di filosofia, Loescher editore 1971, 1976⁴, pp. 207-211; abbrev. Cassirer 3/Darwinismo] questa nuova tendenza storicistica penetra, con la teoria di Darwin, anche nella biologia, quale “massima” della ricerca e principio regolativo della conoscenza biologica. È vero che a prima vista sembra strana questa presunta affinità tra il concetto di evoluzione di Hegel e quello di Darwin; tuttavia il principio fondamentale della teoria di Hegel, ossia l'idea dello “svolgimento universale”, non trionfa solo nella filosofia ma anche nelle scienze naturali. Ciò che avrebbe cominciato Hegel, come pensatore, l'avrebbe compiuto Darwin come ricercatore empirico: entrambi rappresenterebbero l'espressione e la testimonianza d'uno stesso spirito, precisamente quello vero e proprio del secolo XIX. La “storia” si trova *ora* bruscamente al centro di ogni considerazione: si crede col suo aiuto di poter risolvere anche i problemi della pura sistematica, dalla metafisica alla fisiologia. Sino ad allora invece la considerazione storica era stata, per così dire, “tollerata” accanto a quella “razionale” considerata ben più corposa ed altamente apprezzata. È il travaglio sperimentato anche nella «storia della Chiesa»: man mano che essa diventava una disciplina storica sempre più scientifica, sembrava perdere spessore teologico; e viceversa se rimaneva abbarbicata alle “verità eterne” trascurando le “verità di fatto”, appariva come una disciplina metafisico-dogmatica non scientifica.

Quindi il passaggio alla nuova concezione non è avvenuto in modo tanto pacifico e indolore, date le forti resistenze di tipo metafisico volte a trovare, anche in campo biologico, una risposta ai problemi dell'«essere» e non a quelli del «divenire». Ma la nuova logica s'imporrà: non esiste nessun'altra spiegazione ragionevole del mondo organico oltre a quella basata sullo studio della sua origine. Le leggi della natura reale sono leggi storiche.

3.2 (Vincoli, necessità) In fase avanzata

Rettili, uccelli, mammiferi giurassici.

Per 200 milioni di anni i dinosauri sono rimasti abbastanza piccoli, spesso bipedi sulle zampe posteriori, con gli arti anteriori relativamente liberi e già in grado di afferrare; solo nei loro ultimi 20 milioni di anni si sono evolute forme gigantesche come il “famigerato” *Tyrannosaurus Rex*. Dai piccoli dinosauri sono venuti gli uccelli (dai rettili agli uccelli), minuti ma intelligenti; l'altra strada (ultima) del gigantismo, e in cima alla catena alimentare, li ha resi i dominatori del pianeta per 20 milioni di anni (giganteschi ma non troppo intelligenti, comunque non in grado di sviluppare “tratti umani”). Mentre dai piccoli dinosauri piumati (piume scure tipo corvo per l'*Archaeopteryx*, piume arancioni come nel

Sinosauropteryx) si sono sviluppati gli intelligentissimi uccelli, in grado di spaccare le noci mettendole sull'asfalto nei pressi dei semafori perché lo facciano le auto; o come i pappagalli “macinatori” del Madagascar che godono dello status di *tool users* (animali capaci di utilizzare strumenti) poiché usano piccoli sassi o semi di frutti per “grattare” via la polvere di calcio dalle conchiglie, oppure di spezzarle in frammenti più piccoli in modo da ingerirle facilmente (le conchiglie sono fonte di calcio per gli uccelli).

Essi sono altresì in grado di orientarsi nelle migrazioni diurne con una continua determinazione [lo strumento di navigazione nel loro cervello] dell'azimut solare (il suo angolo col meridiano). Quelli notturni invece, come le silvie, assumono l'esatta direzione migratoria quando si verifica la condizione essenziale di un cielo limpido e senza Luna; sono animali con l'innata immagine del firmamento con le sue costellazioni (la Luna splendente e pure le stelle cadenti disturbano la direzione migratoria). Cioè nel cervello degli uccelli c'è una “bussola magnetica” dalla sensibilità quantistica (AP 100-106; vedi anche verso la fine, a p. 130ss, il nostro paragrafo sulle «brillanti teste d'uovo», appunto gli uccelli).

Per non parlare di quanto riferito nel 1569 dal missionario portoghese Joan dos Santos che operava a Sofala sulla costa orientale dell'Africa: aveva osservato il singolare uccello “sazu” (così chiamato dagli indigeni) intento a beccare la cera delle candele sull'altare della sua cappella. Ne è emerso che tale uccello, come parecchi di una famiglia di piciformi (i cosiddetti “indicatori”, *Indicatoridae*), è solito guidare gli indigeni (ancora oggi i pigmei e i boschimani) in cerca di miele verso gli alveari, che vengono sventrati cosicché anche lui può raggiungere il cibo desiderato (in particolare la...cera, di cui è molto ghiotto, AP 289ss).

L'indicatore conosce l'ubicazione degli alveari delle api selvatiche ma non riesce a penetrarvi; guida gli uomini agli alveari, sia a quelli conosciuti ma anche ad altri perché li trova con facilità (percorrendo linee alquanto irregolari a zig-zag: in genere non sceglie la via più breve). Gli uomini raccolgono il miele, gli indicatori beccano e mangiano la cera negli alveari. Un esempio di collaborazione intelligente e di stimolo finalizzato: tale impulso a guidare l'uomo è talmente forte che, nel caso gli indigeni non rispondano al suo richiamo e proseguano per la loro strada, l'uccello è capace di svolazzare loro intorno anche per 5 miglia.

Non c'era bisogno del raggio dell'*Archaeoraptor liaoningensis*, “ritrovato” nel Liaoning in Cina nel 1999, che Christopher Sloan così celebrò sul National Geographic: «Con le ali di un uccello primitivo e la coda di un dinosauro...è il vero anello mancante⁴⁴ di una catena che lega i dinosauri agli uccelli». Ma era un falso, e Sloan passò alla storia per essere stato vittima di una delle più grandi truffe...dell'archeologia fossile.

In effetti la creatura del Liaoning era un assemblaggio di 88 ossa di specie diverse; ma la patacca, smascherata definitivamente da Xu Xing dell'Istituto di Paleontologia di Pechino, era ugualmente di grande interesse perché conteneva ossi straordinari, molti mai visti prima, come la coda del Microraptor (un dinosauro di 75 centimetri vissuto 130 milioni di anni fa), e la parte superiore di uno Yanornis, archeo-uccello di 120 milioni di anni fa, la metà “migliore” (con ironia) dell'*Archaeoraptor*. Recentemente il professore cinese ha presentato

⁴⁴ Continuiamo ad usare la nozione di “anello mancante”, anche se tale dizione non è più considerata “scientifica” per l'andamento dell'evoluzione “a cespuglio” più che ad albero. Ma la distinzione è molto sottile: cosa cambia nella sostanza se la successione è “scimpanzé-Ardi-e poi il Sapiens”, oppure Ardi-Scimpanzé [ossia anche lo scimpanzé attuale è un derivato dell'*Ardipithecus*] e poi noi umani?

Yi Qi, il primo dinosauro con le ali da pipistrello: questa volta un vero anello mancante. Sempre in Cina è stato scoperto il fossile del dinosauro *Zhenyuanlong suni*, lungo poco più di 1,5 metri e vissuto circa 125 milioni di anni fa nel Cretaceo, uno stretto parente del famoso *Velociraptor*. Ciò che caratterizza *Z.suni* è l'intenso piumaggio, plausibilmente funzionale ai rituali di corteggiamento; le sue brevi ali (che pare non permettessero veri e propri voli) erano coperte da penne con una struttura complessa, simili a quelle delle oche, e disposte su diversi strati come negli uccelli moderni («Le Scienze», Settembre 2015, p. 32).

In pratica solo i dinosauri mastodontici si sono estinti alla fine del Cretaceo; ci sono al riguardo due spiegazioni non alternative: una (la più famosa) è quella esogena dell'impatto dell'asteroide (degli Alvarez⁴⁵), l'altra quella endogena per una serie simultanea e catastrofica di eruzioni vulcaniche (Courtillet e altri). Il risultato è il medesimo, ossia l'oscuramento del pianeta (TELMO PIEVANI, *Introduzione alla Filosofia della biologia* [abbrev. FdB], Laterza 2005, p. 58) che avrebbe interrotto la fotosintesi per circa dieci anni portando all'estinzione il plancton fotosintetico oceanico, e quindi al crollo della catena alimentare nei mari. Il medesimo destino si è avuto sulle terre emerse con l'estinzione progressiva dei dinosauri erbivori e la conseguente interruzione della catena alimentare dei carnivori. Dopo l'oscuramento sarebbero sopravvissute solo le grandi piante terrestri, i cui semi possono avere lunghi periodi di quiescenza nel sottosuolo, e i piccoli “ratti” del Mesozoico, scoiattoli e castorini dalle più modeste esigenze alimentari e grazie alla flessibilità della temperatura corporea. Proprio l'estinzione dei dinosauri ha dato un'opportunità ai mammiferi, che erano vissuti nell'ombra per oltre 100 milioni di anni ma che da quel momento avevano la possibilità di evolvere senza impedimenti. I mammiferi sono prosperati quasi “immediatamente” dopo tale estinzione crescendo di dimensioni e sviluppando nuove diete e comportamenti, diffondendosi in tutto il mondo.

L'universo biologico è un insieme di reti percettive e operative, che l'universo astronomico non ha.

Per quanto concerne l'impatto dell'asteroide, non è indicato parlare di puro caso stocastico (come quello dei dadi): basta consultare lo Space Kalendar della Nasa per rendersi conto che in media un asteroide sfiora la Terra in senso cosmologico ogni due giorni. E' più corretto parlare di una determinata distribuzione delle probabilità nella contingenza.

Il caso fortuito è un concetto problematico in biologia perché significherebbe la totale assenza di regolarità e principi causali; l'idea di contingenza probabilistica si sottrae invece alla dicotomia fra presunto caso e presunta necessità: Gould la definisce un concetto *off the line* rispetto alla polarizzazione introdotta da Jacques Monod (op. cit. degli Oscar). Al di là del titolo secco (*Il caso e la necessità*, ripresi da un testo di Democrito citato all'inizio del libro nel frontespizio, come se esistessero solo questi due poli), Monod ammette e sottolinea la *teleonomia* (che è una dizione più cauta e ristretta rispetto a *teleologia*), che forse per lui rientra nella necessità. Monod distingue tra il caso puramente *operativo* da quello invece *essenziale*. Rientrano nel primo i classici giochi puramente meccanici e macroscopici dei dadi e della roulette: *in pratica* è impossibile dirigere, concepire o comprendere (e quindi

⁴⁵ Alvarez aveva trovato in varie regioni che la banda di argilla era satura di iridio, un elemento raro sulla Terra ma abbondante in corpi extraterrestri come comete e asteroidi; lo scienziato aveva notato per la prima volta l'anomalia in Italia, nella gola rocciosa del Bottaccione a Gubbio.

prevedere per vincere) una meccanica di lancio ad altissima precisione che consenta di limitare in gran parte l'indeterminazione del risultato. Comunque il caso, l'indeterminazione e le probabilità sono esterne, solo nella nostra mente (es-probabilità, se vogliamo es-caso, come nella teoria cinetica dei gas: vedi più avanti il par. 6). Secondo Monod le mutazioni di sequenza nel DNA (*errori* nella replicazione del messaggio genetico) rientrerebbero in questo schema deterministico tipo dadi-roulette (questi ultimi comunque non sono naturali bensì artificiali, ossia prodotti costruiti dall'uomo).

Per quanto concerne invece il caso essenziale Monod (p. 114s) fa l'esempio del dottore e dello stagnino: un medico viene chiamato d'urgenza presso un ammalato che visita per la prima volta, mentre uno stagnino sta effettuando la riparazione urgente del tetto di un edificio vicino. Quando il dottore passa, allo stagnino sfugge inavvertitamente il martello e la traiettoria (deterministica) di quest'ultimo intercetta quella del medico che viene colpito gravemente. Questo caso assoluto per il biologo francese avviene nella relazione tra la mutazione di sequenza nel DNA e la variazione funzionale nelle proteine e nell'organismo [la stragrande maggioranza delle mutazioni o sono innocue, neutrali o addirittura negative]: quella eventualmente significativa e potenzialmente feconda Monod la definisce una "coincidenza assoluta" nel senso della parabola dello stagnino e del dottore (p. 115s).

Sino a qui, prescindendo dal filtro successivo della selezione naturale, tutto l'evoluzione sarebbe il frutto del suddetto super-caso, o caso al quadrato. Ma non possiamo pensare che ciò sia sufficiente per spiegare la comparsa della specie umana, la sola specie capace di utilizzare un sistema logico di comunicazione simbolica.

Forse è anche per questo che Monod riconosce la teleonomia: cioè un'attività orientata, coerente, costruttiva, tipica soprattutto delle proteine (comprese quelle enzimatiche) che danno origine a quel complesso di reazioni che chiamiamo metabolismo (Monod 53). Tutte le prestazioni teleonomiche suddette si basano in ultima analisi sulle loro proprietà "stereospecifiche" (Monod 54), cioè sulla loro capacità di riconoscere (microRNA) altre molecole e la loro struttura: «si tratta letteralmente di una proprietà discriminativa (se non "conoscitiva") a livello microscopico» (ivi, p. 54). Chiamiamo tale proprietà discriminativa "riconoscimento", e lo definiamo la base originaria del proto-mentale, del mentalistico, presente in (quasi) tutto l'essere in una specie di monismo che lega il fisico al trans-fisico (non diciamo meta-fisico poiché il termine è storicamente troppo carico). Ciò si manifesta in modo evidente nella struttura organica, nella vita che già a livello biologico possiamo definire "riconoscimento", un riconoscimento-corrispondenza tra i polinucleotidi (basi nel DNA) e polipeptidi (catene proteiche nel citoplasma della cellula).

Si sta capendo, come già detto, sempre di più l'importanza dei microRNA: si tratta di minuscoli RNA a singola elica, costituiti solo da una ventina di nucleotidi, che tuttavia sono in grado per loro natura di riconoscere sequenze nucleotidiche presenti nell'RNA (quello grande), nel DNA e di appaiarvisi (come detto sopra a proposito del "taglia e cuci"). Si tratta insomma di un interruttore molecolare molto selettivo: per accendere o spegnere sequenze geniche, per regolare gli RNA messaggeri e la conseguente quantità della proteina prodotta (Edoardo Boncinelli, *Le Scienze*, Gennaio 2016, p. 17). Questo dimostra la natura e la forza dei geni regolatori, che prescinde dai dettagli morfologici: ad es. tetrapodi (che cioè hanno quattro arti) diversi hanno dita molto diverse, per forma e dimensioni, ma sono sostanzialmente sempre cinque. Il motivo è che nella regione delle dita è attivo il gene *Hoxa 13*, il quale rende pentadattili quasi tutti i vertebrati terrestri a prescindere dalla forma degli arti anteriori (mani) o posteriori (piedi) [Edoardo Boncinelli, *Le Scienze*, Febbraio 2017, p. 15].

Il Newton del filo d'erba è apparso realmente in Darwin?

A mio parere, diversamente da Monod e quasi sicuramente anche da Boncinelli, una prospettiva teleonomica dovrebbe sostenere che, in aggiunta alle leggi strettamente fisiche, vi sono altre leggi-principi di auto-organizzazione e sviluppo della complessità che non sono spiegati dalle suddette leggi elementari; oltre alle leggi deterministiche abbiamo quelle indeterministiche, probabilistiche, ma pure quelle della complessità, di cui la prima (e per ora unica ad essere intuita) viene chiamata da Stuart Kauffman *quarta* legge-principio della termodinamica...Proprio la complessità potrà contribuire all'unificazione tra relatività, meccanica quantistica e probabilità statistica: qui non è questione di misurazioni precise (diversamente da come vedremo nel punto 4. a proposito degli orologi atomici per la relatività), poiché si tratta di un problema concettuale, di trovare una nuova logica (la filosofia è troppo importante per lasciarla ai filosofi). È quindi un compito precipuo della filosofia, in particolare della filosofia della scienza, che richiederebbe un nuovo Einstein (che di misurazioni ne ha fatte poche, ma ha pensato molto e “filosoficamente”, prediligendo Kant). Interessante è che i noccioli della *querelle* tra Kauffman e i creazionisti dell'*Intelligent Design* si ritrovino nella *Critica del giudizio*, in particolare nella parte seconda (e finale, p. 704) costituita dalla *Critica del giudizio teleologico*: secondo Kant gli esseri organizzati della natura (cfr il testo citato alla nostra p. 19) sono i soli che «forniscono alla scienza della natura un fondamento per una teleologia...; ma il giudizio teleologico degli oggetti della natura va accuratamente distinto dalla considerazione di Dio e quindi da una deduzione teologica, in quanto non si deve confondere l'espressione “fine della natura” con l'espressione “scopo divino della natura”», [o nella natura]. È notevole anche per il fatto che siamo in un periodo pre-evoluzionista seppur non più creazionista in modo ingenuo: infatti Kant pensava ad una nebulosa originaria quale fonte del nostro sistema solare, dietro alla quale si situa l'azione (creatrice) divina. Tale azione aleggiava anche all'origine dell'organismo teleonomico per eccellenza, ossia l'uomo; è quindi molto significativo che, ciò nonostante, tuttavia non bisogna confondere la teleonomia organica con la teleologia divina. Ciò può essere importante per la predazione (uno spinoso argomento di teodicea contro Dio in una visione creazionistica ingenua: in essa il problema più vasto del male non ha alcuna soluzione, anzi per parecchi è l'argomento più forte contro l'esistenza di Dio, mentre ci sono prospettive di coesistenza in una visione evoluzionistica, in particolare nella nostra): che il predatore sia finalizzato, indirizzato, strutturato per catturare, e che la preda all'opposto lo sia per scappare (ad es. coi suoi occhi laterali che assicurano, anche se sta brucando l'erba, una visione a 360 gradi), non significa che tale direzionalità a partire dal Cambriano (mezzo miliardo di anni fa) sia frutto della volontà divina che avrebbe immesso nella natura tale lotta per la sopravvivenza. Le leggi e i ritmi della natura non è detto che risalcano ad un'origine divina, e che quindi siano inviolabili (il più grave errore contenuto nell'enciclica *Humanae Vitae*; a parole si ammette l'evoluzione, ma poi si rimane abbarbicati al creazionismo ingenuo). Sempre Kant sosteneva che il fine della natura è la conservazione della specie [non dell'organismo: d'altronde i processi naturali riescono a preservare le specie mediamente (solo) per qualche centinaio di milioni di anni, o meglio a volte, prima di estinguersi danno origine ad una nuova specie, come hanno fatto i piccoli dinosauri con gli uccelli]; ciò non significa che tale selezione cieca sia un meccanismo od uno scopo divino inserito nella natura. Anzi la Parola di Dio nella Bibbia è anti-selettiva privilegiando l'individuo, la persona (umana), non la specie in quanto tale; la “salvezza” integrale

dell'individuo-persona è compito umano (anti-selettivo, che con la medicina e la domesticazione permette la sopravvivenza anche dei più deboli, uomini e animali) e divino insieme.

La *Vulgata* dice che il darwinismo ha rimosso il concetto di finalità dal suo ultimo rifugio, dal quale non l'aveva potuto allontanare nemmeno la critica di Kant, che nella *Critica del Giudizio* aveva definito “stoltezza” anche il solo pensare e sperare che possa un giorno sorgere un Newton capace di farci concepire/comprendere la formazione/produzione anche di un semplice filo d'erba secondo (per via di) leggi naturali non disposte/ordinate da alcuna intelligenza/intento. Sulla sublime complessità anche di un filo d'erba aveva già scritto, 13 anni prima della *Critica del Giudizio*, Jean-Jacques Rousseau nella splendida quinta passeggiata del sognatore solitario (*Rêveries du promeneur solitaire*): «Non volevo tralasciare un solo filo d'erba, né il più piccolo atomo vegetale, senza averlo prima ampiamente descritto...Non c'è nulla di così straordinario della meraviglia e l'incanto che provavo a ogni mia osservazione [con la lente] della struttura e dell'organismo vegetali, della combinazione delle parti sessuali nel processo di fruttificazione...La biforcatura dei due lunghi stami della brunella, l'elasticità di quelli dell'ortica e della parietaria, l'esplosione del frutto della balsamina e della capsula del bosso, i mille piccoli artifici della fruttificazione...» (*Le passeggiate del sognatore solitario*, Feltrinelli-Milano 2016³, p. 82s).

Orbene la suddetta *Vulgata* ritiene che «il Newton del filo d'erba», di cui Kant aveva negato la possibilità, sia apparso realmente in Darwin: e che la sua teoria della selezione abbia effettivamente risolto un problema insolubile.

Ma le cose non stanno così, e non sono come vengono sbandierate! Certo le cause dei fenomeni non possono essere più ascritte all'effetto immediato di forze creatrici soprannaturali, bensì a forze naturali fisico-chimiche: ma, come verrà chiarito nel prossimo paragrafo in dialogo con Thomas Nagel, le forze naturali non contemplan solo cause di natura puramente meccanica. O meglio, se vogliamo, la meccanica teleologica, o più cautamente teleonomica, insegna che tutte le attività orientate verso uno scopo, che noi troviamo nel mondo organico, sono da ricondursi anche a fattori intelligenti, e/o a forze quanto mai paragonabili e simili all'operare di una intelligenza. Secondo la “meccanica teleologica-teleonomica” le cause d'ogni bisogno d'un essere vivente sono al tempo stesso le cause del soddisfacimento del medesimo. La mera casualità non è sufficiente a spiegare l'originarsi e il mantenersi di quanto è finalistico, ma è indispensabile aggiungervi il “gusto” per la realtà funzionale raggiunta e lo “sforzo” di attenervisi: è necessario ammettere nell'organismo la sensibilità per una determinata utilizzabilità d'una proprietà offertagli dalle condizioni contingenti.

La famigerata causa finale: qualsiasi libro di biologia ci descrive a cosa servono cuore, polmoni, clorofilla...

Già l'esistere sub-atomico, come vedremo in teoria quantistica, significa “essere-in-relazione-con”; a maggior ragione l'esistere organico comporta in aggiunta il *riconoscere* e il *rappresentare*. Ma è quanto mai improbabile che parecchi principi e troppi fattori si dividano il compito di riconoscere ciò che è adatto a raggiungere uno scopo; è invece altamente probabile che solo un principio con pochissimi fattori (ad es. polinucleotidi e

polipeptidi), in grado di riconoscere e rappresentare, possa creare un'attività diretta verso uno scopo. Sotto questo profilo una teleonomia senza riconoscimento e rappresentazione è non solo negata, ma dichiarata un concetto contraddittorio.

In altre parole, in prima approssimazione si tratta di decidere se la categoria della finalità, come peculiare principio d'ordine nella descrizione e nella rappresentazione scientifica dei fenomeni biologici, debba essere *conservata* oppure *esclusa* una volta per sempre; nel linguaggio del passato, se si debba o meno eliminare la quarta causa di Aristotele, secondo cui le quattro cause vanno ricondotte alla materia (materiale), alla forma (formale), al movimento (efficiente), al fine (finale) [Fisica II dello Stagirita; così Giuseppe Cambiano, abbreviazione GC, *Filosofia e scienza nel mondo antico*, Loescher Editore Torino 1976, p. 153].

Ma a questa domanda il darwinismo non dà affatto quella risposta (di esclusione) che spesso se ne è voluta ricavare: nonostante i loro proclami altisonanti sulle cause finali defunte, nello studio dei fenomeni vitali non ha per nulla superato considerazioni finalistiche, non riuscendo a prescindere da tutti i concetti di finalità, non solo nelle singole risposte ma anche nell'impostazione che esso dà al problema. Concetti come quello di "adattamento", o "selezione", "promozione", di "lotta per l'esistenza" o "sopravvivenza del più adatto" hanno visibilmente un'impronta finalistica e tutta un'altra struttura rispetto ai concetti delle scienze naturali matematiche. Nei geni ci sono appunto le regioni "promotrici" dell'adattamento all'ambiente, a seconda che esso sia caldo o freddo, arido o pluviale, ricco o meno di frutta-verdura, di carne o di pesce ecc.: come a quello freddo e pescoso della Groenlandia (per gli Inuit), o ai climi più temperati e tropicali, appetibili ad es. per una dieta frugivora come quella degli australopitechi. Il solo concetto di "organo" (visivo, uditivo, sessuale) implica che tale "strumento" ci sia per qualcosa...Qualsiasi libro di biologia descrive in maniera imperterrita a cosa servono cuore, polmoni, clorofilla, secrezioni e via dicendo.

L'uso continuo che il darwinismo deve fare di questi concetti (il più eclatante è la promozione dell'adattamento; "promuovere" è finalistico al massimo) basta a dimostrare che esso non ha rinunciato alla teleonomia critica, anche se combatte (giustamente) una forma determinata di teleologia metafisica: si tratta di un finalismo funzionale. Si può anzi dire con Cassirer 3 [*Il Darwinismo quale dogma...*, *op. cit.*, 185-215, p.199s; più in generale pp.193-202] che nessuna delle teorie biologiche precedenti ha dato una tale importanza al principio di finalità e l'ha sostenuto con tanta enfasi, quanto il darwinismo (nonostante le dichiarazioni contrarie degli ultradarwinisti): poiché esso considera non solo alcune, ma addirittura *tutte* le manifestazioni della vita dal punto di vista della loro efficacia ed utilità nel favorire la conservazione dell'organismo, dell'individuo e della specie. I darwinisti, che si gloriano d'aver rovesciato l'idolo della finalità, sono "i più grandi di tutti i teleologi"; i darwinisti non credevano possibile considerare gli esseri viventi osservandovi delle determinazioni e delle relazioni del tutto estranee all'adattamento ed alla finalità (come al contrario abbiamo mostrato nei tre esperimenti cruciali recenti all'inizio di questo paragrafo 3, in particolare la nota 38), risultando più dogmatici di Darwin stesso, che si era mostrato più cauto attribuendo una grande importanza all'osservazione di Naegeli, secondo cui le caratteristiche morfologiche più importanti delle piante, indispensabili alla determinazione delle specie, famiglie, ordini e classi, non presentano alcun vantaggio riconoscibile per la pianta e perciò non possiedono un valore selettivo! Non sembrano essere né utili, né dannose, e questo secondo Darwin sembra essere uno dei maggiori difetti nella sua teoria, anche perché si rese conto che ad es. la musicalità nell'uomo si è evoluta sino alla capacità espressiva della musica senza necessità e urgenza selettiva. Le cavallette, già allo stadio

larvale, si sforzano di cantare ma non ci riescono perché l'archetto canoro è ancora troppo piccolo: il “violino” della cavalletta non è ancora pronto, ma l'encefalo già formato costringe l'animale a questo muto “canto larvale”. «Il comportamento cioè matura prima dello strumento» (AP 34), in aperto contrasto con la selezione naturale di novità organiche per fini adattivi comportamentali.

«Anche se avessi attribuito un forza eccessiva alla selezione ed ai suoi effetti, ho almeno fatto qualcosa di buono, contribuendo a **rovesciare il dogma delle creazioni singole**» (Charles DARWIN, *The Descent of Man and selection in relation to sex* [L'Origine dell'uomo e la selezione sessuale], parte I, cap. II, citato in Cassirer 3/Darwinismo, p. 202). È degno di nota il fatto che egli motiva questa sua tendenza a rilevare unilateralmente il fattore utilitario, dicendo che la sua fede nella teleologia era ancora troppo forte! Per Darwin, ciò che aveva il maggior peso, era il fatto dell'evoluzione, non l'interpretazione particolare che ne aveva data egli stesso.

Detto altrimenti, la *direzionalità* [particolarmente studiata anche a livello ontologico da Paolo Bozzi, Sole 24 ore, 22 NOV 2015, p. 33, articolo scritto da Paolo Legrenzi] è stata molto importante per innescare la vita di organismi complessi sulla Terra; tale comparsa di una direzionalità orientata e costruttiva, ossia teleonomica, risale appunto al periodo cambriano fra i 540 e i 485 milioni di anni fa, e la ritroviamo nei modi di funzionare del nostro cervello. Si tratta di un ordine olistico, di totalità, anche se questo concetto di *totalità* va accuratamente distinto (non separato) da quello di *finalità*; abbiamo una costellazione in cui interagiscono *armonie causali* ed *armonie funzionali*: il quarto principio della termodinamica invocato da Kauffman possiamo considerarlo una nuova classe-tipo di causa, ma non una legge completamente diversa dalle cause efficienti. Con la categoria-principio del teleonomico/termo-elettrodinamico diviene superflua ed obsoleta la divisione dell'universo in “causae efficientes” e “causae finales”, così come risulta superata la vecchia diatriba fra meccanicismo e vitalismo: ma tutte quelle arcaiche battaglie hanno costretto la biologia a riproporsi in modo salutare e di continuo l'interrogativo circa la propria essenza, spingendosi così ad una più chiara cognizione del suo compito specifico e dei suoi peculiari strumenti di pensiero.

Secondo Monod (p. 17) il postulato fondamentale del metodo scientifico è che la Natura sia *oggettiva* e non *proiettiva*. Ma poi, dimostrando di non seguire fino in fondo tale postulato, a proposito delle strutture, prestazioni e attività da lui chiamate “teleonomiche”, si afferma che concorrono al successo del *progetto* essenziale (27). Si ammette quindi un *projectum*, un progetto, ben evidenziato dal confronto tra l'occhio ed un apparecchio fotografico, costituiti sostanzialmente dalle stesse componenti: lenti, diaframma, otturatore, pigmenti fotosensibili..(Monod 22).

Nella macchina fotografica il progetto è esterno all'apparato, sulla cui base forze esterne lo hanno forgiato; non è difficile individuare la sua provenienza ed il suo autore (autori). Nel caso invece dell'occhio il progetto è interno: un processo del tutto diverso nella misura in cui non deve praticamente nulla all'azione delle forze esterne, mentre deve tutto, dalla forma generale fino al minimo particolare, a interazioni “morfogenetiche” interne (Monod 23-24). Se ne possono individuare le modalità di costruzione, e la sua storia evolutiva sino ad un certo punto, ma in genere non sino alla prima origine ed all'artefice o artefatto primigenio. L'autore o autori, gli artefici sono interni alla natura. Ciò tuttavia non esclude che (anche) un altro autore-artefice (Dio) ne abbia preparato e predisposto le condizioni di possibilità

(questa è la mia tesi) a partire dal dono-creazione dello *ST*.

3.2.1 *Mente e cosmo, massa ed energia, sino al settimo cielo*

Mente e cosmo, mente e realtà sono due modi di vedere qualcosa di più fondamentale. Là dietro il mondo c'è un altro mondo.

Per dirla con Thomas Nagel [*Mente e cosmo*, Perché la concezione (materialistica) neodarwiniana della natura è quasi certamente falsa, Collana «Scienza e idee» n. 259, Raffaello Cortina editore, 2015] p. 67 [60, 61, 62]:

«Non si può avere l'aspetto mentale senza avere quello fisico, e viceversa»; la prima parte della tesi è indubbia, mentre il “viceversa” va espresso a mio parere in modo più cauto, già dal punto di vista terminologico: meglio dire proto-mentale o mentalistico (per non confonderlo col tipico mentale dello spirito umano). L'origine della vita e la sua evoluzione sino al livello degli organismi coscienti troverebbe la sua spiegazione ultima nelle proprietà dei costituenti elementari, che sono anche i costituenti degli organismi coscienti. Un soggetto complesso di coscienza potrebbe essere costruito a partire da elementi proto-mentali minimi, in qualche modo riuniti in un organismo e poi in un io. Tali elementi o entità concrete dovrebbero essere comprese come se incorporassero un punto di vista sul mondo: cioè in grado di riconoscere, per poi conoscere. Detto altrimenti, tutta la materia avrebbe proprietà proto-psichiche, e non solo passive-recettive bensì anche attive; l'universo avrebbe un carattere al tempo stesso fisico e mentalistico. Od ancora, mente e cosmo, mente e realtà sono due modi di vedere qualcosa di più fondamentale. Sono analoghe alla massa ed energia che, in relatività, sono entrambe manifestazioni diverse di una stessa cosa, una visione abbastanza insolita per la persona media. Dalla celebre formula $E = mc^2$, in cui l'energia è uguale alla massa moltiplicata per la velocità della luce al quadrato, si evince che una piccolissima quantità di massa può essere convertita in una grandissima quantità di energia [come nella bomba atomica, ma più in generale nella reazione a catena controllata], cioè che la massa e l'energia sono di fatto equivalenti. O meglio la massa non è altro che energia concentrata: di conseguenza la massa di un corpo (a riposo) è una misura del suo contenuto di energia (che appunto si misura in elettron-volt, l'unità di misura specifica dell'energia, che viene trasferita pure alla massa). Se l'energia muta di un determinato valore, allora muta nello stesso tempo anche la massa. La costanza *indipendente* della massa è dunque solo un'apparenza, od un caso particolare: essa vale solo se il sistema non riceve o non cede energia, ossia se abbiamo il caso ideale di un sistema assolutamente chiuso (cosa rarissima nella prassi) e sostanzialmente a riposo. Già nella teoria elettronica moderna era emerso che la “massa” di un elettrone non è immutabile, ma aumenta rapidamente con la sua velocità quando essa si avvicina alla velocità della luce. Non aumenta la quantità di materia, bensì la massa (che si differenzia dalla cosiddetta materia); pertanto l'inerzia della materia era completamente sostituita dall'inerzia dell'energia: l'elettrone, assieme all'atomo materiale col suo nucleo di protoni-neutroni, non aveva più una massa “materiale”, ma soltanto una massa “elettro-magnetica”. Ciò che fino a quel momento era stato considerato la proprietà fondamentale della materia, il suo nucleo sostanziale, ora si risolve nelle equazioni del campo elettro-magnetico. Prima di Einstein la massa era come il supporto, al

quale si aggiungeva dal di fuori l'energia. Il fisico di Ulm dimostra invece che tra le due c'è veramente una fusione, cosicché l'energia non rappresenta più una qualità esterna cui era indifferente il supporto della materia. La presunta anomalia della luce, col suo doppio comportamento ondulatorio e corpuscolare che ha fatto impazzire i fisici dell'800, ora diviene la regola che si estende a tutto il reale, con un'inversione metafisica: gli oggetti materiali sono assorbiti nelle interazioni (coi loro campi, come vedremo). L'universo non è costituito (tanto) dalla materia, bensì dalle vicissitudini dell'energia: la materia non è altro che energia super-concentrata, stazionaria nella massa a "riposo", in effusione nella classica (libera e liberata) energia cinetica (moto sospinto) o termica (moto molecolare). L'energia più "elementare" è quella che i corpi possiedono per il semplice fatto di avere massa la quale, anche se minuscola, contiene un'astronomica quantità di energia (interna, legata). La più famosa delle equazioni va ben al di là della bomba atomica, che ne costituisce solo un corollario molto secondario.

Ciò è tanto vero che pure i quark all'interno di protoni e neutroni *liberi* si comportano in maniera diversa dai quark *confinati* all'interno del nucleo atomico; e per di più gli spin del protone e del neutrone non derivano dagli spin dei quark costituenti, come invece ci si aspettava in passato. I neutroni inoltre provenienti da Cygnus X-3 (a trenta mila anni luce dalla Terra) costituiscono un'ulteriore dimostrazione della contrazione spazio-temporale infinita a velocità-luce, e che è un'approssimazione corretta quella di risolvere, come abbiamo fatto sopra, l'infinito dividendo per un miliardo; dato che il neutrone libero, fuori dall'atomo, decade dopo circa 20 minuti, come fanno i suddetti a raggiungerci percorrendo quell'enorme distanza? Perché essi, viaggiando praticamente a velocità-luce, impiegano un quarto d'ora ad arrivare sulla Terra: infatti 30.000 anni (il viaggio così dura visto da Terra) diviso un miliardo, fa 15 minuti, giusto in tempo prima di decadere.

La teoria della relatività, oltre all'equivalenza di massa ed energia, avanza ulteriormente giungendo all'equivalenza dei fenomeni inerziali e di quelli gravitazionali: sempre a seconda del punto di vista che scegliamo, possiamo studiare e giudicare un medesimo fenomeno, ora come puro movimento inerziale, ora come movimento dovuto all'azione di un campo gravitazionale. L'equivalenza di *giudizio* fonda la tesi dell'*identità fisica* dei fenomeni inerziali e gravitazionali: come pure la non identità fra (quantità di) materia e massa, e la caratteristica secondaria della massa in quanto derivata dalle linee di forza dei campi, un prodotto di addensamenti particolari dei campi (distorsioni?), in particolare di quello spazio-temporale. Si va sempre più consolidando la nostra prospettiva che lo *ST* sia originario, e la materia (e pure la massa) secondaria. Nelle equazioni del modello standard non ci sono le masse, che tuttavia conosciamo perché le abbiamo misurate sperimentalmente privilegiando la situazione "a riposo" (non a grandi velocità).

Con la relatività e la teoria dei quanti la fisica è stata ribaltata e rivoltata come un calzino.

Quando le particelle incontrano le rispettive antiparticelle, ossia «i loro gemelli-contrario», fanno "puff!" (così la Pulce in Delmastro 105: Marco Delmastro ha recentemente pubblicato *Particelle familiari*, Economica Laterza, Bari 2016, in cui si spiegano le avventure della fisica quantistica con un linguaggio particolarmente adatto ai non addetti (anche per sua figlia che ha cinque anni, appunto la pulce; uno stile alla gatto di Schrödinger

o i dadi di Einstein), cioè si annichilano ed al loro posto restano i «granelli di luce», un grumo di energia elettromagnetica, uno o più fotoni luminosi. È il caso dell'elettrone che incontra o si scontra col positrone, producendo fotoni di luce (privi di massa); la massa dell'elettrone e del positrone si trasformano in energia pura. Nei grandi acceleratori gli scontri possono produrre altre metamorfosi: particelle leggere vengono accelerate quasi alla velocità della luce, per cui nei loro scontri violenti possono scindersi per produrre altre particelle (di solito anch'esse leggere). Ma a volte la grande energia cinetica (di velocità) si trasforma in massa producendo anche le particelle più pesanti, come il muone e il tau (della stessa famiglia dell'elettrone: ma il tau pesa 4000 volte più dell'elettrone, e 20 volte più del muone), o i quark sempre più pesanti: il quark *su* e *giù*, costituenti della materia nostra ordinaria, sono abbastanza leggeri; ma il quark *strange* (*strano*) e *charm* (*affascinante*) sono via via più pesanti [il *charm* da solo pesa più del protone che è costituito da tre quark “normali”, due *su* ed uno *giù*], sino al massiccio *bottom* [*basso*, o *beauty* (*bellezza*) che comunque sono siglati con la lettera *b*], ed al super-massiccio quark *top* (*alto*). Le energie alte servono a produrre masse grandi.

Più in generale la fisica è stata rivoltata come un calzino: non dimentichiamoci che prima c'era determinismo, separabilità a grandi distanze, una causalità evidente ed un “adesso” impeccabilmente chiaro e valido per tutti nel cosmo. Poi abbiamo avuto indeterminismo a-causale, non-località e quindi inseparabilità anche ai capi opposti della galassia (con inquietanti azioni istantanee a distanza). Sembra di avere davanti dei “gatti mezzi vivi e mezzi morti”, con delle particelle che decadono trasformandosi in altre particelle; ma già in fisica nucleare (classica) il nucleo fissile di uranio (92 protoni) si scinde in due nelle più svariate combinazioni: ad es. 46+46 (due nuclei di palladio), 79+13 (trasformandosi in un nucleo di oro ed in uno di alluminio), 38+54, dando origine ad un nucleo di stronzio e di xeno come è successo a Chernobyl. Ma lo xeno, oltre ad essere inodore e incolore (non ti accorgi della sua presenza), scherma il nocciolo impedendo agli strumenti (ed agli operatori) di valutare lo stato preciso di energia del reattore: il che ha causato il disastro in Ucraina.

Abbiamo inoltre anche le coppie (con le rispettive famiglie): l'elettrone fa coppia col neutrino elettronico, il muone con quello muonico, ed il tau col neutrino tauonico; è come se i tre tipi suddetti di neutrini avessero un sapore diverso (appunto i loro tre sapori). Nello zoo delle particelle ci sono poi i bosoni, quelli che trasportano e governano le forze, i messaggeri che mediano le 4 interazioni fondamentali, i guardiani dello zoo. Il fotone della luce (bosone), privo di massa, proprio per questo ha un raggio d'azione quasi infinito nel trasmettere l'interazione elettromagnetica: grazie a ciò ci possono raggiungere le luci di galassie situate a 13 miliardi di anni-luce. Invece il bosone W (che può essere sia positivo sia negativo, W^+ e W^-), il quale media l'interazione nucleare debole [molto simile a quella elettromagnetica, tanto che a certe energie sono state unificate nella cosiddetta elettro-debole], ha una massa considerevole che limita enormemente l'intensità della sua azione, il suo spazio di manovra e la durata della sua vita. Ma la cosa non cessa di essere stupefacente: il bosone W sembra magico, poiché riesce a trasformare le particelle leggere (leptoni) nelle loro compagne: un elettrone (carica -1) [Delmastro 78s] che emette un bosone W negativo (-1), si trasforma in un neutrino elettronico, poiché il bosone si porta via l'intera carica negativa lasciando sul campo un neutrino privo di carica: stessa cosa col muone e il tau, quando rimangono sul campo i loro compagni, ossia il neutrino muonico e tauonico. È tutta una famiglia: infatti, come aveva già previsto Pontecorvo (nella seconda

metà o parte della sua vita, quella passata in Russia), i neutrini, già nel breve tragitto dal Sole alla Terra, si trasformano gli uni negli altri, alternando i tre sapori: il neutrino muonico in quello elettronico ecc. Il bosone W positivo (+1, o +3/3) invece trasforma un quark *su* (*up*; +2/3 di carica elettrica, ma il bosone gliene strappa 3/3 portandoseli via) in un quark *giù* (*down*, -1/3 di carica): +2/3 meno 3/3 fa -1/3 [anche l'inverso, col W negativo]. L'ultima particella Xi individuata a Ginevra, è costituita da un doppio quark charm, con più 2/3 di carica ciascuno, ma pesanti, e da un quark su: totale 6/3, doppia carica positiva, ++.

*Il viaggio fra i cieli danteschi: dalla
Luna a Saturno.*

Per dirla con Thomas Kuhn, nella storia della scienza abbiamo avuto continui cambi di paradigma; già il principio di inerzia galileiano era la negazione del primo motore immobile aristotelico: qui il cambio di paradigma consiste in una negazione (abbastanza secca). Infatti, secondo Aristotele, il principio e il primo degli esseri è immobile, di per sé e per accidente, ed è quello che mette in moto il primo movimento, eterno e unico (Giuseppe Cambiano *Filosofia e scienza nel mondo antico*, op. cit., p. 163; Abbrev. GC).

Stesso cambio paradigmatico da Newton ad Einstein: ciò che nella teoria newtoniana era opera della dinamica delle forze, in quella einsteiniana lo si deve alla curvatura dello spazio-tempo: tale curvatura è essenzialmente ciò che la forza (classica) di gravità non era, cioè la sua negazione secca. La gravità di Newton agiva (istantaneamente) a distanza, si esercitava tra due (o più) corpi, e *non* era dovuta alla struttura dell'universo: invece in TRG non abbiamo alcuna azione a distanza, nessuna attrazione fra i corpi, mentre tutto è dovuto alla struttura dell'universo, ossia del campo spazio-temporale sia planetario che galattico. Non deve ingannare il fatto che per piccole masse e velocità le due teorie siano equivalenti, cioè funzionino entrambe in maniera corretta rendendo conto della realtà: infatti nel calcolo delle orbite dei pianeti e delle nostre sonde non si ricorre alle complicatissime 10 equazioni della relatività generale, bensì a Newton, o meglio da lui (solo) si parte. Proprio a causa della suddetta 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 (Mauro Dorato, *Il software dell'universo*, Bruno Mondadori Ed. 2000, 81).

Non è perciò 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*). Il *Flyby* serve anche a ridurre la velocità laterale come nel caso della sonda Probe che abbiamo inviato verso il Sole (11 agosto 2018). Il che non è così facile, e non solo per la temperatura. Quando sei all'interno del sistema Terra-Luna non senti la loro velocità orbitale di 100 mila km/ora o 30 km/s nel moto di rivoluzione attorno al Sole [per questo è abbastanza facile andare sulla Luna]. Ma quando ti sganci da tale sistema ai 40 mila km/ora [11 km/s] per andare verso il Sole, persiste la

suddetta spinta-trazione laterale che è inerziale (diciamo verso destra). È come lanciare una pietra dal Freccia rossa ai 300 all'ora; nella prima fase essa non va dritta ma piega nel senso della direzione del treno in corsa. Ma in questo caso l'attrito dell'aria finisce col frenare tale spinta laterale, mentre nello spazio te la porti dietro. Perciò la sonda Probe effettuerà cinque *flyby* con Venere [con trascinarsi nella direzione opposta, verso sinistra] per scrollarsi di dosso questa intrigante spinta laterale. Anche per questo parecchie missioni su Marte sono fallite. Pure la Cassini, prima di lanciarsi verso Saturno, ha effettuato due *flyby* con Venere (il 26/04/98 e il 21/06/99), uno con la Terra (18/08/98) e poi uno anche con Giove (20/12/2000).

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, vale a dire al settimo cielo (da cui l'espressione di giubilo "essere al settimo cielo") del mondo antico e medievale [come spiegheremo meglio più avanti, Urano e Nettuno sono stati solo sfiorati dal sorvolo ravvicinato del Voyager 2, e Plutone dalla New Horizons; non abbiamo sonde stabili in orbita intorno a tali pianeti, ben diversamente da Marte, Giove e Saturno].

Al Signore degli anelli è stato dato il nome di un Dio, Saturno, Cronos in greco, appunto il Dio del tempo. È 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* (tanto) 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*, a cura di Pietro Chiodi, UTET, TO 1986², p. 100, alla fine della lunga introduzione, immediatamente prima dello schema dell'opera). Si va sempre più delineando il primato ontologico della possibilità (che riprenderemo al punto 5, in particolare nella nota 73).

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 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 soprattutto interno: pure Dio «è la/e sua/e possibilità».

Tornando a Nagel, c'è qualcosa in più nel fondamento della materia che va oltre quel che può essere catturato dalla fisica-chimica. Proprio l'importanza in fisica del sistema di *riferimento* (come evidenzieremo fra poche pagine trattando la relatività ristretta) ci segnala già un trans-fisico mentalistico, un "riferirsi a...", un "relazionarsi-con", una prospettiva di inquadramento e riconoscimento, un angolo di visuale, sì *un punto di vista, dal proprio luogo di osservazione e dal suo movimento!* Diviene sempre più importante e centrale l'*osservatore* sia in relatività e ancor più in meccanica quantistica: tuttavia da non intendersi necessariamente come un essere umano-animale cosciente⁴⁶, bensì appunto come "mero

⁴⁶ Altrimenti ci si troverebbe nell'imbarazzante situazione in cui, sino all'avvento dell'uomo (o altro animale) osservatore o interventista (che sarebbe l'unico in grado di far collassare il sistema quantistico), senza alcun collasso della funzione d'onda niente sarebbe veramente esistito per miliardi di anni, o ciò che esisteva lo era

punto di vista”, come riferimento relazionale.

*In tutto il mondo antico e medievale
l'essere si dava simile ad una ben
rotonda e compatta sfera.*

La logica antica è basata sulla relazione fra soggetto e predicato, tra una sostanza di per sé ed i suoi attributi o accidenti. Nella logica moderna abbiamo un deciso superamento del concetto di cosa e materia (cosale), in favore delle relazioni, correlazioni, funzioni, interazioni, campi, leggi, costanti, teorie di forme (principalmente geometriche, come in relatività generale). Nel sistema degli antichi (cfr Aristotele ma anche il sistema medievale dantesco) ci sono più luoghi naturali, fra loro diversi: il centro della Terra a cui tendono i corpi materiali come al loro luogo naturale, per cui le masse pesanti cadono in basso, e l'aria e il fuoco si spingono verso l'alto (verso il luogo naturale dell'Empireo). Il “qui” e il “là”, il “sopra” e il “sotto” non esprimevano una semplice relazione, bensì avevano una loro realtà assoluta ed erano dotati di forze e proprietà particolari. Le suddette differenze, dovute solo alla osservazione e percezione “ingenua”, vengono trasformate da Aristotele in dati oggettivi di cose diverse, e per certi aspetti contrastanti. «Pesante è ciò che per natura è portato verso il centro, leggero ciò che è portato in direzione opposta al centro; “più pesante di tutto” ciò che sta sotto tutti i corpi portati verso il basso, “più leggero di tutto” ciò che si mantiene al sommo rispetto a tutti quelli che son portati verso l'alto. È necessario in verità che tutto ciò che si muove verso il basso o verso l'alto abbia o leggerezza o peso, o l'uno e l'altra insieme, non però in rapporto al medesimo termine: è infatti nel rapporto reciproco che questi corpi sono pesanti e leggeri, come ad es. l'aria rispetto all'acqua e l'acqua rispetto alla terra». *Si riconosce la relatività della pesantezza ma non quella della posizione e dell'altezza*; anche nella Commedia, quando Dante arriva in Purgatorio sulla montagna situata al polo Sud della Terra, riconosce che tale polo Sud è l'alto assoluto del mondo: ciò significherebbe che la maggioranza degli uomini, allora situati nell'ecumene dell'emisfero Nord, avevano “in assoluto” la testa all'ingiù...

Ma nella concezione moderna nessun luogo della natura si contrappone in sé all'altro; nella natura si dà solo una diversità relativa nella posizione reciproca dei corpi e delle masse materiali. Solo relativamente a noi gli uomini della Nuova Zelanda hanno la testa all'ingiù, e noi per chi vive agli antipodi, con la massima reciprocità “democratica” come richiesto in relatività (sia galileiana che einsteiniana). Il punto di vista dell'osservatore è fondamentale.

Anche l'enzima che ripara il DNA ha un suo “punto di vista”, un “riconoscere” l'alterazione nella doppia elica e un “provvedere” in una relazione intenzionale.

Qualunque cosa, vivente o no [ma in particolare quella vivente], è costituita da elementi che hanno una natura sia fisica che trans-fisica, ossia capace di combinarsi in interi protomentali. Meglio ancora: tutti gli elementi del mondo fisico, a condizione che si predispongano in un determinato modo (molecole chimiche) [vedi più avanti il par. 10. *In principio era la relazione*], aprono e liberano il mentalistico. La predisposizione delle rocce preclude e blocca il mentalistico; ma già la configurazione dei cristalli contiene una memoria, ed è nella predisposizione della chimica organica che emerge il mentalistico, la

nella altrettanto imbarazzante e poco digeribile forma di più stati sovrapposti (il gatto vivo e morto del celebre esempio di Schrödinger).

relazione intenzionale⁴⁷. Ma non compare qualcosa di completamente nuovo che prima non c'era (come nella concezione classica dell'emergentismo), bensì emerge [quel che stava sotto o dentro] e si libera quel che in *nuce* era contenuto (si dava).

Sotto questo profilo l'evoluzione non è *creazione* di qualcosa di (completamente) nuovo [un emergere di una novità assoluta], bensì manifestazione, *rivelazione* degli intendimenti ancora inespressi della natura, il grandioso svolgersi di una potenzialità iscritta nella trama stessa dell'universo; donde la tendenza a scorgere nello sviluppo evolutivo un fenomeno dello stesso ordine di quello embrionale (anche se quest'ultimo è molto, molto più rapido; ma l'ontogenesi ricapitola la filogenesi).

Abbiamo tuttavia una concordanza ed una divaricazione al riguardo: praticamente tutti sono d'accordo sul fatto che il concetto di rivelazione-manifestazione si applichi allo sviluppo epigenetico, cioè al genoma in azione (dopo). Se il DNA è «il libretto delle istruzioni», l'epigenoma è la carta d'identità delle nostre cellule; costruire un essere umano richiede l'attività coordinata di migliaia di geni come in un'orchestra sinfonica. Il film dell'epigenoma studia ed evidenzia come e quando vengono accesi e spenti i geni nelle cellule (determinando la differenza fra una cellula del fegato e una del cuore), e pure il ruolo delle influenze esterne – dall'ambiente allo stile di vita – in questi processi che fanno la differenza tra un corpo sano ed uno aggredito dalla malattia (Tuttoscienze del 25 Feb 15, p. 21).

La differenza divaricante è prima, sul fatto genetico-evolutivo: per Monod e compagni non lo riguarda (cioè *non* si tratta della rivelazione-manifestazione di qualcosa di intrinseco) in quanto è creatore di novità assoluta, ed ha origine nell'imprevedibilità essenziale (caso). L'evoluzione non è affatto una proprietà degli esseri viventi, in quanto ha le sue radici nelle imperfezioni stesse del meccanismo replicatore e conservatore: si ritiene che il meccanismo fondamentale sia quello della conservazione molecolare (Monod, p. 117).

Per noi invece l'evoluzione è una proprietà degli esseri viventi, per cui abbiamo la suddetta manifestazione, rivelazione, espressione di qualcosa pre-esistente e inespresso...

Oggetti capaci di riproduzione invariante, ma sprovvisti di qualsiasi apparato teleonomico, sono perlomeno concepibili: le strutture cristalline ne sono un esempio (Monod 29). La distinzione fra teleonomia e invarianza è giustificata da considerazioni chimiche: delle due classi di macromolecole biologiche essenziali l'una, quella delle proteine, è responsabile di quasi tutte le strutture e prestazioni teleonomiche, mentre l'invarianza genetica si riferisce esclusivamente all'altra classe, quella degli acidi nucleici (DNA e RNA; ivi 29).

Se sono sorti nel mondo esseri razionali, la possibilità di tali organismi doveva darsi sin dall'inizio; ci deve essere qualcosa nell'universo che spieghi tale comparsa come un evento non completamente casuale: in qualche modo la probabilità doveva/deve essere latente nella natura delle cose. Si tratta di una spiegazione sia *costitutiva* di come è fatta tale natura, e sia di una spiegazione *storica* di come sia comparsa (Nagel 90).

Nagel è tuttavia soddisfatto solo in parte, poiché la sua proposta, seppur teoricamente

⁴⁷ Per questo Manzotti-Tagliasco (op. cit.) hanno coniato il neologismo “onfene” (on+fen+e, relazione intenzionale), che contiene in forma contratta le radici di tre termini: *ontos* (ossia «esistere»), *fenomenon* (ossia «rappresentazione»), *episteme* (ossia «essere in relazione»); in modo più italianizzato, l'acronimo di ontologia, fenomenologia ed epistemologia.

feconda, è ancora vaga e astratta: «Qualsiasi altra conseguenza del loro carattere più che fisico a livello microscopico resta non specificata da questa (mia) proposta astratta» (p. 62). Nondimeno il fatto che a livello quantistico sia la relazione (cfr più avanti il par. 10) a costituire, determinare, originare le particelle, è già uno, forse il primo dei caratteri trans-fisici richiesti ed evocati da Nagel. Un altro elemento a suo favore è che nelle biosfere non abbiamo solo organizzazione, bensì *auto-organizzazione*; non c'è solo costruzione diversificante, ma *auto-costruzione*. Un ulteriore punto a suo favore sono le già accennate regioni geniche “promotrici” dell'adattamento: il gene nel corso dell'evoluzione attua uno *switch* (come nelle nostre reti telefoniche ed informatiche), ossia una commutazione “funzionale”: il che significa «funzionale a...», un elemento teleonomico trans-meccanico. Le “auto-prestazioni” tipiche dell'organismo possono essere specificate in modo più dettagliato: auto-trasformazione, auto-escrezione, auto-recezione, auto-assimilazione, auto-accrescimento, auto-cinesi ed autoconservazione. Ma il fine non va inteso come potenza autonoma, come una forza naturale a se stante che sta accanto o peggio ancora al di sopra di quelle fisico-chimiche; non si assume una particolare sfera di “causalità” biologica al di sopra di quella fisico-chimica, come nelle metafisiche vitalistiche della forza o dello slancio (*élan*) vitale. Anche il doppio vettore dell'energia di Teilhard de Chardin (a cui abbiamo accennato) è problematico, per il principio basilare di conservazione dell'energia totale di un sistema chiuso: sembra non esservi spazio per un'energia additiva, a meno che non sia invariante, ossia una costante che non va ad alterare la quantità di massa-energia, diciamo, della biosfera. Gli esseri viventi sono complessi in sé conchiusi di attività che determinano e producono una strutturazione, a condizione che dal di fuori siano fornite le energie per l'attuazione e il materiale di supporto. Abbiamo così auto-differenziazione e auto-regolazione morfologica: la capacità dell'organismo di compensare al suo *interno* le perturbazioni *esterne* da cui è costantemente minacciato e di rigenerarsi sempre nella forma che gli è peculiare. Ma come bisogna superare una concezione ingenua della realismo, così bisogna farlo per la cosiddetta realtà esterna e interna; occorre una distinzione sofisticata fra cause interne e cause esterne d'un fenomeno naturale, e più in generale una concezione più sfumata tra ambiente interno ed esterno: ad es. anche il citoplasma di una cellula o certi fluidi organici sono già un ambiente “esterno” per il DNA confinato nel nucleo.

Come deve essere critica la distinzione fra Ambiente interno/esterno, allo stesso modo la teoria dell'evoluzione mal si attaglia alla contrapposizione fra caso e necessità, sia perché nessun fenomeno evolutivistico cade perfettamente in uno dei due poli (e sia perché, aggiungo io, i poli sono più di due). È preferibile una valutazione dei differenti gradi di probabilità di un prodotto evolutivo nell'ambito della contingenza storica: quest'ultima non è sinonimo di inintelligibilità, e non è incompatibile con l'idea che la storia naturale abbia avuto una direzione (Pievani, FdB 202s).

Nemmeno Dio conosce [in anticipo] il risultato della misura di un sistema quantistico (Anton Zeilinger).

Iniziamo a introdurre il concetto chiave di probabilità (che poi sarà sviluppato del paragrafo 6.) che è sì d'uso molto comune e tutti credono di averne un'idea abbastanza chiara; ma esso è di difficilissima spiegazione, e nasce solo in uno stadio molto evoluto sia del pensiero dell'individuo che della storia della scienza (cfr il bel libro di Domenico Costantini, *Verso*

una rappresentazione probabilistica del mondo, Emmebi ediz., Firenze 2011, Abbrev. COS, p. XIIIIs).

La probabilità viene confusa col caso stocastico e, quel che è peggio, imperversa il pregiudizio secondo cui una descrizione precisa di fatti (regolata da presunte leggi universali), dei quali si può prevedere con esattezza il *dove* e il *quando*, sia migliore di una descrizione delle varie probabilità con cui i fatti *possono* accadere (COS 278). Ne consegue l'ulteriore pregiudizio che un eventuale progetto di massima, od almeno una direzionalità sin dagli inizi dell'universo e della vita sulla terra, sia compatibile solo con sistemi causali puri, vincolanti ed extra-mentali (là fuori nel secco determinismo lineare; stessa causa-stesso effetto, 1 a 1 *ceteris paribus*) e non con una distribuzione variegata delle probabilità (stesso stato-esiti diversi, uno-a-molti), spaventati dallo loro non-linearità e da una prima superficiale impressione di «aleatorietà». È il terrore della caducità che ha attanagliato l'intera storia della filosofia sino alla svolta di Nietzsche, con la millenaria «incensazione» dell'ente necessario, uno, pieno, saturo, innato, imperituro, immutabile, forte e perfetto.

Su questo erano tutti d'accordo, a partire dai filosofi greci, da Parmenide ad Aristotele. Non è un caso che tutto il mondo perfetto, etereo e immutabile (l'unica "mutazione" concessa era il moto circolare, che appunto ritorna su se stesso e quindi, in senso lato può essere considerato invariabile) al di sopra della Luna fosse costituito da compatte sfere cristalline ruotanti in cerchio. Per spiegare i movimenti dei corpi celesti si arriva a ipotizzare 55 sfere ruotanti (47 se si prescinde dai movimenti del Sole e della Luna) [GC 151].

«Il perfetto viene infatti per natura prima dell'imperfetto, e il circolo appartiene al numero delle cose perfette, mentre una linea retta non è mai perfetta» (*De Coelo*, cit. in GC 155). Il movimento circolare (perfetto) sarà proprio di qualche corpo semplice (ivi, GC 156), che in quanto tale è impossibile che abbia peso o leggerezza, perché altrimenti (se li avesse) tale corpo (circolare a sua volta oltre che semplice) dovrebbe muoversi secondo la sua propria natura verso il centro o al limite potrebbe muoversi (per costrizione esterna) contro natura in direzione opposta al centro» (*De Coelo*, in GC 157).

Quindi il corpo circolare non ha né leggerezza né peso: perciò è impossibile che il corpo circolare (celeste) si muova di movimento locale verso l'alto, o sia trascinato verso il basso (ivi, GC 158). Ne consegue che è conforme a ragione concepire questo corpo (celeste) anche come ingenerato, incorruttibile e non soggetto ad accrescimento o alterazione [immutabile], a invecchiamento, a diminuzione, o altre affezioni...(ivi, 158s). La regione superiore eterna, immortale, divina, non è soggetta ad alcuna delle difficoltà proprie di ciò che ha natura mortale, ed è inoltre sottratta ad ogni fatica perché non ha bisogno dell'azione violenta di una necessità esterna che la costringa, impedendogli di muoversi di un movimento diverso da quello a cui è portata per la propria natura (ivi, *De Coelo*, GC 163).

Per questo Aristotele nei suoi quattro libri *Sul cielo* (*De Coelo*) assegna la posizione di privilegio ai corpi celesti ingenerabili e incorruttibili, rispetto a quelli sublunari generabili e corruttibili. La teoria dei luoghi naturali consente la fondazione del geocentrismo e l'esclusione recisa della pluralità dei mondi [GC 125]: infatti il centro della terra e quello del tutto (c'è un solo mondo, cosmo, universo) si trovano a coincidere, poiché la Terra è immobile al centro del tutto...[GC 161].

Invece Eraclide Pontico e Aristarco [come riferisce Simplicio nel suo commento al *De Coelo* di Aristotele] «supposero che i fenomeni potevano essere salvati se il cielo e le stelle sono in quiete, mentre la Terra muove intorno ai poli del circolo equinoziale da Ovest ad

Est, completando ogni giorno una rivoluzione approssimativamente – e l'aggiunta dell'*approssimativamente* è dovuta al fatto del movimento (apparente) diurno del Sole fino all'estensione di un grado» (ivi, GC 167). Importante il sorgere del concetto di approssimazione, che poi porterà a quello di “media” [anche e soprattutto nelle misurazioni, come abbiamo visto per la Sindone (nota 2) e come vedremo per la curvatura gravitazionale della luce nell'eclisse di Sole del 1919] e quindi alla probabilità.

Il medesimo coraggioso innovativo di Aristarco di Samo lo troviamo infatti nella teoria dei quanti, dove un sistema quantistico, nelle medesime e identiche condizioni, dà luogo col 40% delle probabilità all'evento A, col 30% all'evento B, il 20% all'evento C, e il 10% a quello D. La probabilità può riassorbire il concetto di causa? O è un'altra cosa? Tali sistemi - che costituiscono la stragrande maggioranza dell'universo fisico, della vita e dell'evoluzione a livello subatomico e microgenetico - non sono immediatamente riconducibili ad interazioni causali necessitanti.

L'universo quantistico è quindi intrinsecamente *sotto* (o *sovra*)-*necessario* e *sotto* (o *sovra*)-*causale*, costituito da probabilità interne (*in-probabilità* per COS 310-316) alle teorie esplicative e connesse alla natura dei fatti da descrivere [Ernst Cassirer si è interessato anche di questi aspetti quantistici nel suo *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik: historische und systematische Studien zum Kausalproblem*, Göteborg 1937]. Ne deriva che nemmeno una somma intelligenza (divina o laplaciana) è/era in grado di prevedere il futuro nel senso di predire esattamente il *quando* e il *dove* avvenga una cosa (come noi coi terremoti), poiché la realtà, che piaccia o meno, è un insieme di disposizioni-propensioni inesorabilmente probabilistiche che legano il mondo microscopico agli strumenti macroscopici. Ovviamente nulla osta che una somma intelligenza, in possesso di tutte le informazioni disponibili e conoscendo lo stato iniziale dell'universo, sia stata in grado di operare delle stime predittive su quanto sarebbe potuto avvenire, soprattutto prima dell'eventuale comparsa degli ominidi, senza quindi «l'interferenza» del libero arbitrio.

Si può però sondare il caso *vero* quale intreccio, incastro di due (o più) distribuzioni di probabilità, inizialmente indipendenti: come il caso dello stagnino fatto da Monod⁴⁸.

Facciamo l'esempio dell'Amazzonia, il nostro polmone oltre che serbatoio di una biodiversità eccezionale: una causa da Ovest è costituita dall'innalzamento delle Ande a partire da 10 milioni di anni fa; le alte (6000 metri) montagne hanno fermato i flussi d'aria favorendo le precipitazioni abbondanti in loco con l'alimentazione dei fiumi della regione (da esse nasce il Rio delle Amazzoni). Nel contempo da Nord c'è stata l'intrusione dell'acqua marina dai Caraibi, creando un ecosistema marino nel cuore dell'Amazzonia, per poi ritirarsi. Nel suo bacino troviamo pesci come le razze marine, che in acqua dolce non esistono altrove. Essa è una specie marina probabilmente rimasta intrappolata dopo il

⁴⁸ Nel film *Il curioso caso di Benjamin Button* [che riprenderemo nella futura seconda parte per altre ragioni] si trova un esempio molto articolato di diverse distribuzioni di probabilità incastrate: si tratta dell'evento per cui la protagonista, danzatrice classica, si rompe una gamba (ponendo fine alla sua carriera) investita da un taxi mentre a piedi usciva dal retro del teatro dove danzava. Se il taxista non si fosse fermato a prendere un caffè; se in seguito non avesse caricato una donna che aveva perso il taxi precedente poiché era rientrata a casa a prendere il soprabito dimenticato; se il taxi non fosse stato momentaneamente bloccato da un furgone; se la donna non si fosse fermata in pasticceria (col taxi che l'aspettava per poi concludere la corsa) per ritirare un pacco ordinato il giorno prima, che però non era pronto (quindi ha dovuto attendere abbastanza) poiché la commessa se ne era dimenticata in quanto aveva litigato col fidanzato la sera prima; se un lavoratore in ritardo (poiché la sveglia non aveva funzionato) non avesse fatto perdere una ulteriore manciata di secondi al taxi; se la protagonista, dopo aver danzato, avesse fatto una doccia leggermente più corta o più lunga.; una piccola modifica, una minima variazione in tutto questo impianto avrebbe evitato l'incidente e non interrotto la carriera della danzatrice.

ritirarsi delle acque caraibiche.

Facciamo il punto di questo lungo discorso: stiamo cercando la compatibilità fra il desiderio di Dio e gli aspetti contingenti e probabilistici dell'evoluzione, prescindendo *per ora* dalla classica, ma molto scivolosa, chiaroveggenza divina del futuro (onniscienza). Se disegno c'è, è probabilistico, non causale deterministico; risulterebbe cioè un "anomalo progetto" nel regno molto *aperto* della caducità e della finitezza, in cui tuttavia agiscono processi di sviluppo trans-fisici di stampo mentalistico.

Nella definizione fisica della luce non entra nulla della sensazione visiva. La luce non è fisicamente quella che sembra, quella che appare ai nostri occhi.

I nostri ragionamenti *astratti* non devono spaventare: infatti che cosa accomuna la bussola, inventata in Cina più di duemila anni fa e introdotta nell'Europa medievale dai marinai di Amalfi, al tablet e gli altri dispositivi elettronici dei nostri giorni? Sono strumenti che funzionano grazie all'elettromagnetismo. Fu il matematico e fisico scozzese James Clerk Maxwell (1831-1879) a dimostrare che fenomeni diversi tra loro come il campo magnetico che orienta l'ago della bussola, la corrente elettrica che scorre nei circuiti, la luce emessa dal Sole e dalle stelle, possono essere descritti dalle stesse equazioni. Le tecnologie alla base della nostra società che sfruttano le onde elettromagnetiche sono tutte applicazioni di quelle che oggi chiamiamo equazioni di Maxwell. Ma lo scienziato britannico è importante anche per l'approccio 'filosofico' grazie al quale le ha ricavate. La forza del metodo scientifico risiede nel fatto che la scienza non si occupa *direttamente* della realtà, ma di modelli della realtà, che la descrivono in funzione di pochi parametri. Prima di Maxwell, i modelli erano generalmente di tipo fluido-meccanico, così vicini al modo di sentire comune da confondersi con i fenomeni stessi (per il senso comune i belli e caldi raggi del Sole non hanno nulla a che fare con una corrente elettrica o una calamita). Con Maxwell la scienza ha cominciato a costruire modelli basati su entità astratte, quali il campo elettrico e magnetico. Questa impostazione ha allontanato la scienza dall'esperienza quotidiana, ma le ha permesso di spiccare il volo per concepire teorie come la meccanica quantistica e la relatività (Einstein nasceva nell'anno in cui Maxwell moriva, in un'ideale staffetta tra geni della scienza). È un profondo lavoro mentale che ha portato Maxwell a pensare insieme un cavo elettrico ed un magnete: ossia la luce fotonica⁴⁹ e le onde radio. L'equiparazione e unificazione popolare è solo recente: quando ad es. la gente dice che è mancata la luce [cioè è venuta meno la corrente elettrica]. Ma è pur sempre una relazione di causa-effetto: l'elettricità causa l'accendersi della lampadina infiammandone i fili (o lo spegnimento nel caso di interruzione dell'energia elettrica); ma non che la luce stessa è un'onda elettrica (oltre che magnetica). Ossia è maturata l'intuizione dell'identità di onde luminose e onde

⁴⁹ Per essere precisi, la cosa è stata solo intuita da Maxwell che ha pensato e ragionato nei termini seguenti: supponiamo che esistano onde elettromagnetiche (non erano ancora state né scoperte né prodotte: lo farà Hertz più tardi). Se esistono, sulla base delle mie quattro equazioni sull'elettromagnetismo (campo elettromagnetico), esse devono avere una velocità intorno ai 300.000 km/s. Guarda caso, le misurazioni di quel tempo segnalavano una velocità della luce intorno a quel valore. Allora è possibile-probabile che la luce sia costituita da onde elettromagnetiche. Solo ad un genio, commenta Einstein, tale corrispondenza (susceptibile di essere anche del tutto casuale) poteva dire qualcosa.

elettriche! Essa non è qualcosa di misterioso: significa che «possiamo rappresentare e dominare le vibrazioni luminose e i fenomeni della polarizzazione dielettrica con *queste* medesime *equazioni*, e che la velocità di propagazione della luce e quella della polarizzazione elettrica presentano lo stesso valore numerico. Questa uguaglianza di valore, per il fisico, significa uguaglianza di essenza... La fisica invece del XVIII secolo in genere era ancora radicata ad una visione d'insieme materiale, di cose. Ad es. nelle ricerche fondamentali di Carnot sulla termodinamica il calore è ancora ritenuto una sostanza materiale, così come per la comprensione dell'elettricità e del magnetismo sembrava indispensabile assumere l'esistenza di una particolare "materia" elettrica e magnetica. Di contro, a partire dalla metà del XIX secolo, al posto di questa "fisica della materia" subentra sempre più decisamente e chiaramente quella che è stata chiamata la "fisica dei principi"» (Cassirer 2, p. 63s), e dei campi. Essa non si basa più sull'esistenza ipotetica di determinati agenti sostanziali (e men che meno dell'etere luminifero), ma su certe relazioni generali che vengono prese come criteri per l'interpretazione di fenomeni particolari. È stata via via progressivamente superata la rappresentazione ingenua di cose e sostanze, attraverso il concetto critico di funzione, (cor)relazione, corrispondenza, co-incidenza legale (determinazioni univoche e invarianti sulla base di una legge matematizzata). Anche la relatività si attiene all'«armonia prestabilita (Leibniz) fra la matematica pura e la fisica» (Minkowski, nella celebre conclusione del suo saggio sullo spazio e sul tempo). Ma la teoria della relatività «si pone alla fine di questo processo, in quanto concentra tutti i vari principi sistematici particolari nell'unità di un postulato fondamentale supremo, che non richiede più la costanza di cose, ma l'invarianza di certe grandezze e di certe leggi nei confronti di ogni trasformazione dei sistemi di riferimento» (Cassirer 2, ivi 64).

La scienza mira alla verità, il senso comune all'efficacia; è compito precipuo della filosofia ricomporre il conflitto, che a volte sembra insanabile: ad es. nella definizione fisica della luce non entra nulla della sensazione visiva che noi abbiamo con qualsiasi tipo di luminosità. La filosofia deve partire dalla conoscenza ordinaria e ad essa ritornare, poiché costituisce la sedimentazione di saperi che per moltissimo tempo hanno mostrato la loro efficacia e sono divenuti costitutivi del nostro modo di essere umani: un alleato invisibile dell'Evoluzione. Ma occorre rinunciare al concetto classico di sostanza; ad es. nel modello standard delle particelle non si definisce (tanto) che cosa siano, ma come esse si trasformano: ma la loro trasformazione in genere è definita in base a ciò che non varia.

Ci si muove appunto nell'ambito dell'ordinario e di ciò che in genere non varia: cioè presumendo ad es. che le leggi di natura siano sostanzialmente costanti nel tempo e nello spazio, e che determinati tipi di cause-forze agiscano in genere allo stesso modo e in un intervallo abbastanza delimitato di energia. Ci sono ovviamente delle eccezioni: ad es. l'energia solare irradiata verso la Terra ha subito delle variazioni che hanno contribuito a determinare le epoche glaciali e quelle inter-glaciali, che sono state un motore dell'evoluzione; sia le glaciali con forte pressione selettiva, e sia pure le altre con minor stress. Infatti, come abbiamo visto, la natura sperimenta anche in assenza di pressione, anzi lo fa con più libertà e minor "ansia". Che ci siano cicli (e leggi) abbastanza costanti è appunto testimoniato dal continuo alternarsi di epoche glaciali e interglaciali (più calde).

3.3 Internalismo emergentista

Due visitatori al museo di Addis Abeba davanti alle ossa fossilizzate di Lucy; il primo (etiope) dice: «Non crederà mica nella teoria dell'evoluzione?». Il secondo (europeo) sconcertato ribatte: «Siamo proprio in questo luogo attornati da testimonianze di questa teoria».

Così scrive Pievani citando indirettamente Kauffman: «esistono percorsi storici contingenti, ma a lungo andare vengono riassorbiti da un ordine statistico riconoscibile. Dipende solo dalla scala temporale considerata. Di deriva in deriva, a lungo andare emerge nuovamente una regolarità. Ciò significa che la storia non ha il potere di intaccare la prevedibilità di tali schemi generali: ripetendo il film della vita tantissime volte, dovremmo in qualche modo ritrovare gli stessi modelli e un'analogia tendenza verso la complessità autorganizzata. L'origine della vita non è un miracolo di improbabilità, ma una conseguenza necessaria, date certe condizioni iniziali astratte (il supporto non conta) delle leggi universali della complessità. Allo stesso modo, noi umani non siamo l'ultimo capitolo di una lunga sequenza di biforcazioni storiche contingenti e fortunate, ma l'esito prevedibile di tali leggi» [Pievani, *ivi*, FdB 197].

Conosciamo le cause e le leggi della tettonica a placche, per cui possiamo ricostruire in modo esauriente come “sono andati a spasso” i continenti nel passato: facciamo l'esempio della linea di Wallace che attraversa l'arcipelago indonesiano – con le Filippine, il Borneo, Giava e Bali a *nord* e a *ovest*, e Lombok, Sulawesi e la Nuova Guinea a *sud* e a *est* – e separa due mondi biologici. Un lato aveva legami con l'Asia, coi tordi della frutta, uccelli tessitori e tigri, mentre l'altro era imparentato con l'Australia, con cacaqua, melifaghe e canguri. In alcuni punti le due regioni erano separate solo da 25 chilometri di mare [che non si è mai asciugato nemmeno durante le glaciazioni]. Alfred Russel Wallace colse nel segno quando scrisse a proposito di quell'arcipelago: «Ritengo che la parte occidentale sia una porzione separata dell'Asia continentale, e quella orientale un prolungamento frammentario di un antico continente» (Gondwana; SJ 326s). La storia della Terra è stata dominata dalla tettonica a zolle che ha spostato, portato alla luce o inabissato grandi placche continentali. Nel Febbraio 2017 è stata annunciata la scoperta di un vasto continente sottomarino al largo del Madagascar (ovviamente è stato subito chiamato Atlantide).

Il piumaggio è il coltellino svizzero della natura

Possiamo altresì essere sicuri della provenienza degli uccelli dai dinosauri (piccoli), nonostante i falsi visti sopra. Detto altrimenti, gli uccelli costituiscono l'unico gruppo di dinosauri che non si è mai estinto. Possiamo anche metterla così: gli uccelli sono dinosauri nello stesso modo in cui i pipistrelli sono mammiferi un po' aberranti che volano.

I dinosauri pennuti come *Deinonychus*, *Zhenyuanlong*, *Sinosauropteryx* e gli altri fossili di Liaoning ci raccontano gli inizi del piumaggio pennuto, che non è venuto fuori all'improvviso coi primi uccelli ma ha fatto il suo debutto molto tempo prima nei loro antenati dinosauri. Il piumaggio costituisce il coltellino svizzero della natura, uno strumento

multifunzionale che si può usare per rendere possibile il volo, fare colpo su potenziali compagni/e o avversari, trattenere il calore e covare le uova nel nido. Le prime penne con piume ispide probabilmente si sono evolute per tenere i piccoli dinosauri al caldo; ma un sottogruppo di teropodi, i *Microraptora*, si rifece il look. I filamenti pelosi si allungarono e cominciarono a ramificarsi, prima in semplici ciuffetti e poi in un sistema molto più organizzato di barbe che si diramavano lateralmente da una spina centrale. Era nata la penna vessillata [Stephen Brusatte, *Spiegare il volo*, Le Scienze Marzo 2017, p. 45]. Disposte in fila e a strati l'una sull'altra sulle "braccia", queste penne più complesse si sono poi unite a formare ali (addirittura in alcuni anche sulle gambe, una disposizione inesistente in qualsiasi uccello moderno).

È probabilistica invece la previsione del futuro, anche se abbastanza precisa nel suo insieme: se i continenti continueranno a muoversi alla velocità attuale, tra 50 milioni di anni l'America sarà vicino all'Asia poiché l'Atlantico si allargherà e il Pacifico si restringerà sempre più (sin quasi a sparire). L'Australia scatterà a Nord per scontrarsi col Giappone e la parte orientale dell'Africa dichiarerà la propria indipendenza quando la Rift Valley diverrà un mare. Lo stretto di Gibilterra si chiuderà presto e il Mediterraneo potrebbe prosciugarsi un'altra volta trasformandosi in una pianura salata (SJ 320). I ponti di terra, Atlantide e tutti gli altri miti evocati per spiegare la distribuzione di piante e animali sono meno affascinanti della realtà, che supera di gran lungo la fantasia: il mondo si è evoluto, proprio come i suoi abitanti.

La tesi di Kauffman è che questo ordine prodottosi nell'evoluzione sia "gratuito", cioè spontaneo (*order for free*), in qualche modo inscritto nella struttura del sistema e nelle sue innate proprietà auto-organizzatrici (ad es. reti di geni o reti neurali) [Pievani, FdB 195].

I prodotti dell'uomo (anche quelli tecnologicamente più avanzati) non sono ancora nulla se confrontati con quelli che la natura ha generato nel corso di intere ere geologiche: già una sola cellula è immensamente più complessa di qualsiasi opera umana, figuriamoci un organo ed ancor di più un organismo (per non parlare del miracolo dello sviluppo embrionale di un feto umano).

Ad un certo punto una creatività interna (non imposta dall'esterno, che trascende sia le determinazioni selettive sia le perturbazioni casuali), incessante e persistente è diventata fisicamente possibile: una esplorazione creativa portata avanti da processi organizzati e auto-costruttivi; possiamo quasi parlare di una creatività ordinaria, naturale, orientata e incessante nelle biosfere. Più in generale di una forza (in)formatrice nell'universo.

Facciamo l'esempio del batterio che sta andando a procurarsi da mangiare; significa che, pur senza attribuirgli una coscienza ed una finalità consapevole, concepiamo il batterio come agente (autonomo) a proprio vantaggio in un ambiente, poiché sta nuotando controcorrente (seguendo il gradiente) per ottenere il glucosio di cui necessita (EsEv 12). A chi agisce a proprio vantaggio seguendo dei segni (il gradiente), possono essere attribuite finalità (EsEv 148), che emergono da una specifica organizzazione di materia ed energia. Abbiamo una specie d'organizzazione al quadrato, con tutte le sue fonti ramificate e ramificanti d'energia, che è in grado di generare ulteriore diversità, la quale diffonde ordine macroscopico più lontano.

In fisica le cose sono definite da altre cose.

In fisica in genere le cose non sono definite in se stesse, ma tramite (in relazione ad) “altre” cose (che forse alla fine della fiera non risulteranno poi così altre: come $f = m \cdot a$; in Newton la forza è definita tramite la massa moltiplicata per l'accelerazione). In realtà abbiamo a che fare con simboli e non con delle cose materializzate, per cui riteniamo che nelle equazioni i simboli usati siano più importanti dei pur necessari coefficienti numerici; o meglio, le cifre in serie e le idee simboliche sono strettamente interconnesse, come sosteneva già Theano di Crotona, moglie o figlia, o semplicemente allieva di Pitagora, probabilmente la prima donna (come riferisce il padre della Chiesa Clemente Alessandrino) che fece filosofia. A suo parere i numeri, anteriori all'essere naturale e al divenire, sono i modelli delle cose del mondo concreto, risultando equivalenti alle idee (di Platone).

Certo nelle equazioni della fisica sono importanti le 4 operazioni di base, compresi i quadrati e le radici quadrate. Vedi i quadrati nell'equazione fondamentale di TRR, quella dell'intervallo spazio-temporale (s): $s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2$.

Abbiamo inoltre l'inverso del quadrato nella gravitazione newtoniana, e il quadrato della funzione d'onda in MQ, quello che contiene sovrapposte tutte le possibilità (che hanno probabilità diverse). Abbiamo poi la famigerata radice quadrata di -1 ($\sqrt{-1}$), un numero irrazionale che non ha soluzione ma serve nelle equazioni, anche per ri-normalizzare quelle che contengono infiniti: gli infiniti sono belli dal punto di vista estetico e filosofico, ma per i matematici sono un problema, in quanto bloccano il calcolo rendendo impossibile la soluzione delle equazioni; per questo cercano di “toglierseli dai piedi”. Già Aristotele nella sua *Fisica* aveva affermato che il numero è infinito solo in potenza, ma non in atto; e comunque, senza lasciarsi troppo affascinare, l'infinito non è lo stesso nella grandezza (spazio), nel movimento e nel tempo [almeno tre diversi infiniti].

Destano inoltre stupore i valori negativi: ad es. quello davanti al tensore di Ricci in TRG, e le densità-pressioni negative (pari a -1) nei vuoti spazi siderali per spiegare l'energia oscura repulsiva che farebbe accelerare l'universo. Cosa significa una densità ed una pressione negativa??

Non è tanto l'inquietante segno *meno* davanti al tempo in TRR, quanto il fatto che, da una parte, abbiamo una spazializzazione quasi completa, considerata da alcuni molto criticamente (pure a me desta una certa perplessità): un tempo moltiplicato per una velocità (c^2t^2) significa *spazio* [se $v = s/t$, ossia la velocità è lo spazio percorso nell'unità di tempo (ad es. 100 chilometri in un ora), per cui è spazio diviso il tempo, ne consegue $s = v \cdot t$]; dall'altra, con l'aggiunta del tempo come quarta dimensione, l'intervallo non è più del tutto spaziale. Tale distanza non è più tanto o solo spaziale, bensì una grandezza di moto: moto significa velocità, cioè spazio su tempo, quindi il cosiddetto intervallo spazio-temporale che rimane invariante. Ma prescindendo da ciò, quel che importa è che in tale espressione dell'elemento lineare universale (la cosiddetta linea di universo) sia contenuta inconfondibilmente la forma fondamentale (anche filosofica) *dell'uno presso l'altro* e *dell'uno dopo l'altro*, nonché della loro reciproca relazione e “unione”. La teoria è ben ancorata agli elementi fondamentali, primi ed ultimi (come vedremo nel prossimo paragrafo) dell'universo, costituiti dallo spazio e dal tempo. In tal modo il fisico e il filosofo si incontrano in un problema comune ad entrambi, anche se lo affrontano e lo approciano in modo differente (Cassirer 2 p. 78).

Il significato e il valore entrano nell'universo.

In tutto quest'ambito il termine tecnico per “finalità” è *semiosi* (da cui anche la semeiotica), dove un segno significa qualcosa: nel nostro caso il batterio rileva un gradiente locale di glucosio, che è il segno di una sua maggiore concentrazione in una certa direzione: nuotandovi verso (in genere contro-corrente), un organismo pur semplice (mono-cellulare; ma in termini di biomassa i dominatori del pianeta) sta interpretando il segno. Il *significato* è dunque entrato nell'universo, nel segno-simbolo che il glucosio (che ha valore per il batterio) probabilmente si trova nelle vicinanze: così sempre Stuart KAUFFMAN, *Reinventare il sacro*, Codice edizioni, Torino 2010 (Abbrev. ReSa: p. 91, e 303-304, nota 2). Così ha fatto il suo ingresso nel mondo anche il *valore*; la semantica entra in gioco con la finalità, già a livello molecolare: la chimica ospita simboli e segni introducendo il *sensò* nella vita e della vita.

Se si esplora tutto (pure nell'ambito dei significati e dei valori), e se è fisicamente e logicamente possibile l'essere umano, esso prima o poi sarebbe arrivato (qui, la storia non si fa con i *se*), eventualmente in una linea evolutiva diversa dai primati (qui, la storia si fa anche con i *se*); di fatto siamo venuti da quest'ultimi poiché essi sono sempre stati in testa, in vantaggio nel quoziente di encefalizzazione (QE, rapporto fra grandezza del cervello e peso-volume corporeo), mantenendo stabilmente uno scarto a loro favore. Esempio: *L'Australopithecus africanus* aveva una capacità cranica di 450 cm cubici; i gorilla hanno spesso cervelli in assoluto più grandi, ma ciò può trarre in inganno poiché i grossi gorilla maschi possono pesare anche 270 chili, mentre *L'Australopithecus africanus* pesava solo dai 22 ai 40 chili (rispettivamente per la femmina e il maschio). Quindi l'australopiteco aveva un cervello (relativamente) molto più grande, un QE decisamente migliore di quello degli altri primati non umani (Gould 177). Il primitivo uomo scimmia bipede del Sud-Africa aveva un cervello poco più grande di quello di altre scimmie antropomorfe. Ma tutte le scimmie antropomorfe avevano un ippocampo, e la discontinuità nella struttura dei cervelli dei primati sta fra le proscimmie (lemuri e tarsi) e tutti gli altri primati (uomo compreso), e non tanto tra l'uomo e le scimmie antropomorfe. Ovviamente ci sono differenze genetiche complessive che separano (completamente) gli uomini dagli scimpanzé: le differenze genetiche portano a differenze fenotipiche, per cui ad es. le corde vocali degli scimpanzé sono fatte in modo da rendere impossibile la produzione di un largo repertorio di suoni articolati, anche se una scimmia primitiva come il macaco (Cfr Tuttoscienze del 14 Dicembre 2016) è in grado di emettere tutte le vocali e consonanti. Ma il linguaggio venne più tardi, nel senso di quello articolato che evolve, dai primitivi fonemi, alle strutture grammaticali-sintattiche, poiché c'è bisogno di un cervello ampio, come quello umano che ha nella corteccia l'area di Broca, in grado di guidare, supportare ed elaborare i suoni; le scimmie odierne emettono solo vocalizzi “bestiali” e sgraziati.

Scese dagli alberi della foresta e passate a muoversi sul terreno della savana, queste scimmie antropomorfe cominciarono a perdere l'abitudine ad usare le “mani” (gli arti anteriori per camminare) e iniziarono ad assumere un'andatura sempre più eretta. Un passaggio decisivo: ancor oggi la postura eretta favorisce una più cospicua irrorazione della corteccia frontale che è la sede delle capacità cognitive; in parole povere stando in piedi e/o camminando (non seduti) si pensa meglio. Poi tale postura, anche se forse quasi un milione di anni dopo aver raggiunto la stazione eretta, rese disponibili le mani per l'uso di strumenti

(ossia per il ...lavoro). Abbiamo così i “cerebro-manuali”, secondo la felice espressione di Teilhard de Chardin; potremmo ampliarla nei “cerebro-fono-manuali”.

4. *Costituenti primi e ultimi dell'universo*

I cambiamenti di velocità e di direzione fanno sentire forze spingendoci avanti, indietro o di lato (come sul Bus), ma non interferiscono sul tempo; invece la velocità inerziale (moto rettilineo uniforme) non fa sentire alcuna forza (è come essere fermi), ma influenza il passo degli orologi.

Tornando allo *ST*, gli apparati sperimentali confermano *empiricamente* le sfasature temporali, come per le particelle nei grandi acceleratori⁵⁰ e negli orologi al cesio e rubidio sui 24 satelliti del GPS, il sistema di navigazione satellitare che ormai quasi tutti hanno⁵¹. Il fattore di correzione di 38 microsecondi [altrimenti il sistema non funziona poiché i 96 orologi atomici a bordo dei 24 satelliti (4 per ciascuno, che continuano a trasmettere l'ora esatta e la loro posizione) non tengono lo stesso ritmo di quelli terrestri] è infatti ricavato “di brutto” dalle due teorie di Einstein. Per essere esatti, si effettuano pure altre correzioni, poiché il sistema si basa sul tempo esatto (in miliardesimi di secondo) che il segnale impiega (dalla sua emissione alla sua ricezione) per triangolare coi satelliti e le basi a terra: bisogna correggere perché il segnale ha una velocità diversa a seconda che percorra gli strati alti o bassi dell'atmosfera (l'aria frena in modo diverso i segnali radio e luminosi), o la parte giorno oppure la parte notte della terra; bisogna pure correggere l'effetto Sagnac, dovuto al movimento di rotazione della Terra (quello che coinvolge anche gli aerei normali).

Al sottoscritto, residente a Torino che va spesso in Val d'Aosta, piace ricordare gli

⁵⁰ Gli argomenti più forti a favore della dilatazione dei tempi sono quelli sperimentali ben noti concernenti ad es. la vita media del muone o l'effetto Doppler relativistico, responsabile anche dello spostamento verso il rosso (*red shift*) nello spettro corrispondente alle galassie in recessione (allontanamento): G. BONIOLO – M. DORATO, *Dalla relatività galileiana alla relatività generale*, in «Filosofia della fisica» (a cura di G. Boniolo), Edizioni Scolastiche Bruno Mondadori, Milano 1997, p. 65

⁵¹ Dato che la gravità (potenziale gravitazionale) “frena” il tempo rallentandolo, lo scorrimento più lento è al centro della terra, per poi “velocizzarsi” via via in sequenza a livello del mare, quindi aumentare sull'Everest e ancor di più nello spazio extraterrestre. Diventa sempre più difficile preservare la definizione del tempo terrestre: in pratica e per comodità si sceglie quello del livello del mare, perché il tempo già nei satelliti in orbita del GPS aumenta di 38 microsecondi (milionesimi di secondo) al giorno, per cui gli orologi atomici devono essere tarati, quasi “truccati” prima del lancio con una contro-velocità di bilanciamento che poi lassù li frena. TRG predice che gli orologi atomici del GPS, ad una altitudine di 20.184 km guadagneranno circa 45 microsecondi al giorno (quindi *più veloci*) rispetto agli orologi della superficie terrestre i quali si trovano in un potenziale gravitazionale maggiore (che li “frena”): TRR invece predice che, per effetto della velocità orbitale di circa 4 km/s [una cosa ridicola rispetto alle velocità relativistiche esemplificate sopra coi viaggi interstellari], gli stessi orologi andranno *più lenti* per 7 microsecondi al giorno. Dato che i due effetti opposti non si pareggiano, il fattore di correzione ammonta quindi a 38 microsecondi al giorno, che si ottiene come differenza tra 45-7. Invece sulla stazione spaziale (ISS) siamo quasi al pareggio: essa infatti è su un'orbita decisamente più bassa (400 km, in cui il tempo accelera molto meno rispetto agli orologi sui satelliti del GPS posti 5 volte più in alto), e con una velocità orbitale quasi doppia (7-8 km/s, pari a più di 27.000 km/ora, per cui il tempo rallenta maggiormente).

esperimenti pionieristici di confronto fra gli orologi atomici presso l'istituto elettrotecnico Galileo Ferraris di Torino (oggi Inrim, da cui proveniva il segnale orario della RAI, poiché dal 1 Gennaio 2016 non viene più trasmesso) e l'orologio atomico portato da Briatore e Leschiutta in alta montagna sul Plateau Rosa a 3500 metri; rispettivamente con una dilatazione/contrazione relativistica accurata alla *quarta cifra* decimale. Rispetto a Torino (240 metri sul livello del mare) sul Rosa il tempo scorre diversamente, sia per il dislivello e sia perché in presenza di un'ampia e solida catena montuosa che modifica la gravità. Sempre a Torino il tempo scorre in modo leggermente diverso pure rispetto a Rimini (livello del mare), non solo per il piccolo dislivello ma anche perché la città sabauda è circondata da 180 gradi di (stupende) montagne, seppur non vicinissime, che tuttavia alterano la misura gravimetrica. Su un super-jet che sfrecciasse a 3500 metri sulla pianura padana (quindi lontano dalle montagne) il tempo scorrerebbe in maniera diversa rispetto alla medesima altitudine del Plateau Rosa, a meno che la sua velocità (TRR, che frena il tempo) non compensi il disavanzo/differenza.

Qui sono state le misurazioni ultra-precise a far avanzare la scienza e a confermare le teorie; e questo fin dai tempi di Copernico, la cui rivoluzione è stata dettata anche dal fatto che le misurazioni delle posizioni dei pianeti non corrispondevano esattamente a quelle previste da Tolomeo. Così pure sono state le encomiabili accurate misurazioni dello spostamento del perielio di Mercurio a confermare TRG, condotte dagli astronomi con grande impegno e travaglio nonostante la “frustrazione” di non capirne il perché [parte dei 43 secondi d'arco per secolo (calcolati da Le Verrier, che pensava all'esistenza di un altro piccolo pianeta fra Mercurio e il Sole, da lui chiamato “Vulcano”) sono dovuti all'influsso degli altri pianeti, Giove in particolare, ma rimaneva un “resto” assolutamente inspiegabile].

Mentre tuttavia il fisico olandese Hendrik Lorentz considerava gli effetti di contrazione spaziale, in maniera causale classica, come fisicamente reali⁵², ossia con uno “schiacciamento” effettivo del regolo o dell'astronave nel senso della direzione del moto (la cosiddetta contrazione di Lorentz-FitzGerald), per Einstein invece le suddette dilatazioni temporali e contrazioni spaziali non sono da attribuire a cause meccaniche o elettromagnetiche che stirino il tempo o schiaccino lo spazio; sono proprietà strutturali (nei termini di un modello matematico), geometriche, prospettive⁵³. Una lezione filosofica importante da trarre da TRR è che non tutte le spiegazioni scientifiche, per essere accettabili, devono essere in grado di esibire un meccanismo causale (classico, di tipo deterministico lineare o non). Certo l'oggettivo invariante, valido per tutti, è più forte di quel

⁵² BONIOLO-DORATO, *Dalla relatività galileiana...*, op. cit., p. 63. Einstein si sentiva quasi inferiore a H. A. Lorentz: «la mia sensazione di inferiorità nei suoi confronti non riesce a rovinare la grande delizia delle nostre conversazioni. Lorentz è una meraviglia di intelligenza con un tatto squisito: un'opera d'arte vivente! A mio avviso era il più intelligente tra i teorici presenti [al Congresso Solvay di Bruxelles]. La gente non si rende conto di quale grande influenza abbia avuto Lorentz sullo sviluppo della fisica. Non possiamo immaginare come sarebbe andata se egli non avesse dato tanti contributi impareggiabili» (Dalla lettera a Heinrich Zangger del novembre 1911, e a Lorentz stesso del febbraio 1912, oltre al discorso sulla sua tomba nel 1928). E' di Lorentz il celebre radicale o fattore γ (gamma) riportato nella nostra nota 24.

⁵³ G. BONIOLO – M. DORATO, *ivi*, 77-78: in questo senso l'oggetto (comprese le distanze/spazi fra gli oggetti) non possiede alcuna realtà tridimensionale univoca; esso ha tante apparenze spaziali quanti sono i suoi possibili osservatori inerziali (ossia tantissimi, con le loro velocità che spaziano da 0 a 300.000 km/s). Che ne è dell'identità dell'ente? E dei suoi termini/limiti, della sua forma e grandezza, e forse anche della sua sostanza? Cfr il contributo di U. Perone, *Limite e soglia*, in “Filosofia e Teologia” 1/2004, «Sui confini. Sulle Soglie», pp. 7-15.

che chiamiamo reale, poiché l'inter-soggettivo non dipende dalla prospettiva dell'osservatore, dal suo stato di moto e quindi dalla geometria del suo campo spazio-temporale. Ci sono tante realtà (quanti sono i possibili osservatori inerziali, potenzialmente infiniti) dalle diverse prospettive, e tutte da considerarsi “reali” nel loro riferimento sistemico geometrizzato (quindi, se vogliamo, con un *certo grado di oggettività interna*), ma non “oggettivistiche” nel senso di inter-soggettive e valide anche per gli altri *sistemi esterni* con le loro velocità e i loro campi propri che suddividono e scompongono in modo diverso.

Siamo come l'Erectus che ha sì prodotto il fuoco circa due milioni di anni fa, ma senza conoscere le cause della combustione.

Più in generale, soprattutto in TQ, non c'è un mondo-realtà oggettivo ed assoluto che si cela dietro la scena, che se ne sta quieto, “ozioso” e inerte a prescindere da chi lo sta guardando, solo in pacifica attesa di essere guardato [questo significa l'aforisma «La Luna non è là se nessuno la guarda»]. Certo sa di “paradosso”: ma il paradosso non è altro che un conflitto ad es. fra la realtà prospettica suddetta e la nostra sensazione di come la realtà dovrebbe essere (secondo il senso e l'esperienza comune), cioè in sé sussistente, inizialmente e *in primis* isolata/schermata da qualsiasi punto di vista relazionale e di riferimento [il sistema di riferimento (e la misura in TQ) significa invece la dipendenza da “un punto di vista”, come già evidenziato nel par. 3.2.1, che è anche un evento critico (per dirla nel linguaggio di Manzotti-Tagliasco)]. Il senso comune è per Wittgenstein «lo sfondo che mi è stato tramandato», che tuttavia deve essere continuamente sottoposto ad aggiornamenti per metabolizzare le nuove acquisizioni. Il senso comune è come il nostro “pilota automatico” che si attiva in noi in modo autonomo nelle più svariate circostanze, come il sistema di frenata (ABS) assistita dell'auto che talvolta evita incidenti: ma tale apparato deve essere continuamente ricalibrato con nuove mappature per un funzionamento ottimale [Anna Li Vigni, *La prova del budino*, Il Sole 24 ore del 1 Maggio 2016⁵⁴]. Si parte dall'osservazione per ritornare alla fine all'osservazione, poiché le leggi e le teorie devono “spiegare”, rendere conto della realtà: tutti i concetti fisici devono fondarsi sull'osservazione, ma nella determinazione del suo contenuto e del suo significato non si tratta appunto mai solamente dell'*accaduto* passivamente, bensì anche di una specifica disposizione mentale-spirituale-simbolica-astratta, di una *direzione dello sguardo* che distingue la scienza da una mera

⁵⁴ Per dirla con W. Allen, il “basta che funzioni” tuttavia va usato *cum grano salis*: in TQ riusciamo a produrre e riprodurre svariati fenomeni e ad utilizzarli tecnologicamente; il miglior augurio è prima o poi di riuscire anche a capirli e interpretarli correttamente (sino ad ora appaiono in gran parte inspiegabili). Non ci pare sufficiente, dato che siamo umani in continua ricerca conoscitiva, accontentarci del mero funzionamento tecnico, ad es. della *semplice* produzione di un computer quantistico. Siamo come l'*Erectus* che ha sì prodotto il fuoco circa due milioni di anni fa, ma senza ovviamente conoscere le cause più profonde della combustione. Così come mio padre mi ha insegnato che, stappando una bottiglia di Lambrusco (o di spumante; siamo di origine reggiana), è opportuno tenerla inclinata al massimo e non dritta verso l'alto per evitare la fuoriuscita del vino: il che è controintuitivo poiché sembra sia meglio dritta per la forza di gravità che dovrebbe frenarla, e peggio inclinata poiché pare favorire lo sfogo laterale del liquido. Invece no: ma questo è sapere pratico pre-scientifico. Io poi l'ho appurato scientificamente: la pressione esercitata sulle pareti di vetro è proporzionale *all'altezza* del liquido, che è massima tenendo la bottiglia dritta in verticale, e minima se reclinata in orizzontale. Ci sarebbe un ulteriore livello di spiegazione (in quasi tutte le cose complesse ce n'è più di uno): perché dipende dall'altezza? (non è il caso qui di addentrarci nella dimostrazione fisico-matematica).

esperienza sensibile; non un semplice ricevere passivo, ma un vedere con gli occhi dello spirito: con quali occhi la teoria della relatività vede il mondo? Quando Antistene obiettò alla dottrina platonica delle idee: «vedo il cavallo, ma non la cavallinità», Platone gli avrebbe risposto: «tu hai gli occhi coi quali si vede il cavallo, non però quelli con cui si contempla la cavallinità». Dove il senso comune vede tranquillamente lo spazio e il tempo assoluti (anzi non vede alternative), il fisico-filosofo relativista considera invece tale spazio e tempo assoluti come una (notevole) crepa nel sistema di Newton.

La relatività ci insegna quindi che non possiamo specificare nulla senza un sistema di riferimento, senza “un punto di vista”, cioè senza un “osservatore” (termine più usato in TQ); ma l'osservatore quantistico, come già sottolineato, non è necessariamente un essere umano-animale dotato di coscienza, bensì un “mero punto di vista” od un “operatore” (in genere chiamato “auto-aggiunto” in TQ), ossia (il punto di vista di) una funzione matematica nello spazio di Hilbert. Al cuore di entrambe le teorie (relatività e TQ) c'era un'unica intuizione: la prospettiva è importante. «Per qualche ragione finora ignota, i punti di vista determinano non solo come noi *vediamo* le cose, ma come le cose *sono*»⁵⁵. Da qui l'osservazione affettuosa di Bohr nei confronti dell'amico-nemico Einstein (tanto hanno “bisticciato” [quasi come...due innamorati] e tanto si apprezzavano: lo testimonia anche il commosso “necrologio” di Niels nel 1955 nei confronti dello scomparso Albert): «Certo, la teoria dei quanti rompe le scatole alle realtà, ma sei stato tu [Albert] a cominciare!» (citato in Geffter 61). L'apprezzamento era ricambiato al massimo: «Poche volte una persona mi ha dato tanta gioia con la sua sola presenza com'è stato il Suo caso» (Lettera a Niels Bohr del 2 maggio 1920); «Bohr è stato qui e sono innamorato di lui quanto te. È veramente un genio...Ho una fiducia totale nel suo modo di pensare: esprime le sue opinioni come se brancolasse nel buio, e mai come chi crede di essere in possesso della verità definitiva (Lettere a Paul Ehrenfest, rispettivamente del 4 maggio 1920, 23 marzo 1922, e 20 marzo 1954).

Certo non solo in TQ, ma anche in relatività esistere significa «essere in relazione con...» (la coordinazione, sincronizzazione fra la natura e l'osservatore); tuttavia la misurazione in TQ è un evento relazionale decisamente più “pesante” rispetto alla relatività: l'osservazione-misurazione fa collassare la funzione d'onda in una delle (in genere due, ma anche più di due) probabilità-possibilità sovrapposte. Abbiamo cioè la sovrapposizione di molte possibili “onde” di definita frequenza (stati) che rappresentano ciascuna un valore definito dell'osservabile che si sta per misurare. Ma solo con la misurazione il sistema fisico assume un valore ben definito della variabile fisica misurata (autostato), in cui soltanto *una* delle suddette frequenze è presente (collasso).

Più in generale c'è stato qualcosa di decisamente più stravagante nella meccanica quantistica rispetto alla relatività; da qui la tanto sottolineata incompatibilità fra TQ e TRG (mentre TQ e TRR sono unificate in determinate condizioni) che tuttavia inizia dopo: TRG è una teoria “classica” in uno spazio curvo dove tutto è continuo, ma dove non v'è alcun “posto” per concetti probabilistici; nella TQ invece abbiamo uno spazio piatto in cui “saltano” in maniera probabilistica dei quanti di energia. Per unificarle occorre avere un campo dove sperimentare insieme le due teorie, senza scendere nell'imbuto gravitazionale di un buco nero, come propone il film “Interstellar”, che tuttavia ha intuito che quello è il luogo ove

⁵⁵ AMANDA GEFFTER, *Due intrusi nel mondo di Einstein*, Raffaello Cortina 2015, p. 64; cfr più in generale le pp. 61-63. D'ora in poi citato con Geffter...

sperimentare la gravità quantistica. Ma non nell'interno di un buco nero, bensì al suo bordo, che l'astronomia oggi può studiare; il bordo è come se avesse due pareti, una più interna costituita dall'orizzonte degli eventi tipico della relatività generale, ed una più esterna di pertinenza della teoria quantistica. Quivi ha luogo una continua creazione di coppie di materia (particelle) e di antimateria (antiparticelle): le prime cadono nel buco nero, ma le seconde sfuggono portando via energia sotto forma di radiazione (l'evaporazione di Hawking), trasformando il bordo in una sfera di fuoco, un "fireball" (cfr A. Ferrari, *Tuttoscienze* del 21 Dicembre 2016, p. 34). Un ipotetico astronauta che tentasse l'entrata nel buco nero, vi verrebbe letteralmente arrostito, per poi essere "spaghetificato" al suo interno dalle immense forze di marea.

Non è più la Terra che attira la tazza sfuggitaci di mano, bensì essa segue uno scivolo spazio-temporale che la porta sino al pavimento; la gravità è impressa nella geometria del mondo.

Orbene, lo *ST* è il primo fra gli svariati sistemi di riferimento, il più originario fra i "punti di vista". Abbiamo perciò proprietà spazio-temporali intrinseche e primigenie, che non sono riducibili al linguaggio delle interazioni causali tra eventi fisici; anzi sono indipendenti, e "precedenti" agli eventi ed ai successivi processi. È il primo di una serie di indizi i quali ci fanno ipotizzare che lo spazio-tempo, oltre ad essere effervescente, sia distinto [come un contenitore, od un campo], ripartibile, scorporabile dagli oggetti, dalla materia, dagli eventi fisici [i contenuti].

Come osserva lucidamente Mauro Dorato, esiste una grande simmetria fra campo gravitazionale e *accelerazione* da una parte [intendendo per "accelerazione" qualsiasi cambiamento e deviazione dal moto rettilineo uniforme], e potenziale gravitazionale e *velocità inerziale* dall'altra. I primi fanno sentire forze sugli oggetti materiali (caduta libera, spinte in avanti o indietro nelle frenate e accelerate, o nei bruschi cambiamenti di direzione) ma non influenzano gli orologi (e le distanze); gli altri due invece *non fanno sentire forze* [come l'inavvertito moto orbitale della Terra a 30 km/s o ai 100.000 km/ora! Per questo il sistema tolemaico è sopravvissuto 1300 anni], ma *influenzano* il passo degli orologi e determinano le distanze spaziali: è qui che si scatena la loro forza strutturale. Ciò è un'ulteriore dimostrazione che si tratta di mondi reali ma distinti: da una parte lo *ST* (pensabile come "precedente") e dall'altra gli eventi e i processi fisici (pensabili come "susseguenti"); il divenire vero e proprio, quello ontologico, li abbraccia entrambi (*ST* ed eventi). Questa anteriorità, di fatto una maggiore originarietà dello *ST* rispetto alle cose-eventi, è ricavabile (anche) da alcuni dati-dettagli tecnici dell'equazione di campo di TRG⁵⁶;

⁵⁶ Ridotta ai minimi termini, $G_{ab} = 8 \pi T_{ab}$; sul lato sinistro (G) abbiamo la curvatura dello spazio-tempo, sui cui binari ("geodetiche") si muovono i corpi in caduta libera senza alcuna attrazione: la pietra non cade e la Luna non gira in tondo perché la Terra le attira! A destra (T) la quantità di massa-energia-densità, che è la sorgente del campo gravitazionale, del campo spazio-temporale incurvato. Dato che il tensore metrico espresso dai pedici *ab* è presente in entrambi i lati, non possiamo risolvere specificando prima T per poi ricavare tranquillamente G, come nelle equazioni di Maxwell in cui dalla densità di corrente elettrica si ricava con facilità il campo elettro-magnetico. Bisogna specificare il tensore contemporaneamente in entrambi i lati, per cui le soluzioni sono molto complicate (M. DORATO, in «La natura delle cose», op. cit., p. 113-114). A noi però interessa l'indizio che il tensore metrico, ossia la curvatura (marmo pregiato), meglio il campo spazio-

il campo-tensore metrico coincide col campo spazio-temporale e può essere identificato con lo spazio-tempo vero e proprio, risultando il tutto più originario della densità di massa. La realtà-natura ultima viene ad essere lo spazio-tempo, o, ciò che è lo stesso, una cronogeometria fisico-matematica⁵⁷, o per dirla con John A. Wheeler una «geometrodinamica», ossia la fusione della geometria (dello spazio-tempo) con la dinamica, che tratta di movimenti e forze. I valori spaziali e quelli temporali (presi separatamente) dipendono dal movimento (e dal potenziale gravitazionale).

4.1 *Marmo pregiato e legno scadente*

Studiare il tempo vuol dire studiare tutto. Confronti titanici: Platone-Newton, Aristotele-Leibniz, Quine-Davidson.

A cento anni dalla relatività generale si parla ancora erroneamente di assenza di gravità, ad es. sulla stazione spaziale; dato che si identifica la gravità con l'attrazione, non sentendosi più tirare giù si ritiene che essa sia azzerata. È la vecchia concezione “ingenua”, ancestrale, quasi un po' magico-misterica: un corpo dotato di massa, come la Terra, sembra circondato da un campo di forza latente, pronto, se un altro corpo entra in esso, a diventare attivo e a trasmettere il movimento. Normalmente si pensa che quest'influenza esista nello spazio intorno alla Terra (o più forte intorno al Sole) anche quando e dove non vi è alcun corpo di prova su cui agire, e in maniera abbastanza vaga si sospetta che essa sia una sorta di stato di tensione od un'altra condizione di un mezzo non percepito (EDD 88) [nascosto, con un'inquietante azione istantanea anche a grandi distanze, quasi come la magia o addirittura la telepatia, poiché anche il corpo piccolo di passaggio (ad es. un asteroide) esercita un'attrazione, anche se minima, sul corpo più grande (la Terra)].

Da notare che tale errore lo commettono gli astronauti stessi, gli esperti del settore, e persino l'agenzia spaziale europea (ESA) che nel suo sito intitola la sezione dedicata alla nostra Samantha Cristoforetti *Scienza a gravità zero*. Ma lassù la gravità c'è eccome, poiché essa

temporale, o addirittura lo spazio-tempo tout court sia più originario della quantità-densità delle masse presenti (legno scadente; cfr la nota 59 e più in generale il prossimo paragrafo).

⁵⁷ Per dirla con E. Wigner, «l'irragionevole efficacia della matematica nelle scienze naturali» va estesa anche alla geometria, e per di più a forme curve non euclidee. Ciò che proviamo e chiamiamo percezione della gravità è il fatto che *non* stiamo cadendo. La forza che sentiamo quando siamo seduti o in piedi non è un'attrazione che ci tira giù, bensì la sedia o il pavimento che semmai “ci spinge in su” e ci impedisce di cadere (Lee SMOLIN, *La rinascita del tempo*, Einaudi 2014, p. 68). È molto profonda la scoperta di Galileo che un corpo cadendo descrive una parabola [che è una linea curva costituita da un insieme di punti equidistanti da un punto e da una retta], e che tutti i corpi cadono con la stessa accelerazione (se non ci fosse l'attrito dell'aria: sulla Luna nella missione Apollo 15 l'astronauta David Scott ha lasciato cadere un martello ed una piuma che hanno raggiunto nello stesso momento il suolo selenico). Forse ancora più profonda la scoperta di Newton della comunanza nascosta fra *cadere* e *orbitare* (L. Smolin, op. cit., p. 25) [esplicitato dall'aneddoto della mela cadutagli sulla testa]; ma bisogna andare oltre. Il campo che porta la forza di gravità non è aggiunto e diffuso nello spazio, bensì è lo spazio medesimo, dotato di una metrica che agisce sulla materia ed è “agita” dalla materia (DORATO, *ivi*, p. 55). Se un'entità A agisce su B, vale anche il viceversa; questa è la bi-univoca reciprocità “democratica” proposta e sostenuta da Einstein: nulla può agire sul resto in modo da esserne completamente immune dall'inverso. Vale anche per Dio? Certamente per l'appassionato Dio biblico, mentre nel concetto metafisico di Dio prevale proprio l'onnipotenza impassibile: in essa è sostanziale dominare sul tutto senza esserne minimamente scalfiti.

consiste in un spazio curvo, lungo le cui linee gli astronauti assieme al loro veicolo sono in caduta libera; meglio, tutti i moti di tutti i corpi (senza la propulsione di motori o muscoli, senza urti, collisioni o vincoli di natura materiale) sono “naturali”, in corsa libera (dritta o meno dritta) poiché senza forze che spingono o attraggono; tale corsa è gestita da un campo spazio-temporale invisibile, molto indigesto per il senso comune. La stazione spaziale (come qualsiasi altro satellite) non precipita a terra semplicemente perché il suo moto viene controbilanciato dalla velocità orbitale di 28.000 km/ora (7-8 km al secondo, la cosiddetta prima velocità cosmica, quella necessaria per entrare in orbita) parallelamente alla superficie terrestre. In pratica la stazione cade continuamente verso il suolo (e vi cadrebbe con una traiettoria parabolica), ma *la sua velocità curva la traiettoria di caduta in modo esattamente corrispondente alla superficie terrestre*⁵⁸. Il moto parabolico di caduta libera viene trasformato in un'orbita ellittica: non è un caso che Newton sia pervenuto alla gravitazione universale combinando le parabole di Galileo con le ellissi di Keplero.

Nel caso delle missioni extraterrestri (dalla Luna sino a Plutone, che è stato raggiunto nel Luglio 2015 dalla sonda *New Horizons*), ci si sgancia dalla Terra accendendo sull'orbita di parcheggio per una manciata di secondi il motore sino a raggiungere gli 11 km/s (circa i 40.000 orari, la cosiddetta seconda velocità cosmica: con *uomini a bordo* è stata raggiunta per la prima volta a cavallo del Natale del 1968 dall'Apollo 8 per andare a circumnavigare la Luna e poi rientrare pericolosamente in atmosfera alla medesima velocità): ci si “sgancia” non perché viene vinta l'attrazione terrestre (inesistente), ma perché l'aumento di velocità non incurva più la traiettoria di caduta in modo corrispondente alla superficie terrestre, bensì la apre verso l'esterno allontanandosi dalla Terra.

La Stazione spaziale è veramente il festival dell'ignoranza scientifica; nel commento del TG1 la sera del 20 Luglio 2019, quando l'astronauta italiano Luca Parmitano è decollato da Bajkonur per raggiungere la suddetta Stazione, una voce fuori campo ha affermato che la Stazione spaziale si trova a milioni di km dalla Terra mentre sono solo 400. Neppure la Luna è così distante, poiché solo da Marte in poi siamo nell'ordine dei milioni di km di *media*; per memorizzare meglio basta raddoppiare: 300 milioni per Marte, 600 per Giove, 1,2 Miliardi di km per Saturno, 2,4 M. per Urano, 4,8 per Nettuno (una dislocazione ...praticamente perfetta). E in un altro canale televisivo un sedicente esperto ha affermato che la Soyuz di Parmitano (e degli altri due astronauti a bordo) deve raggiungere gli 11 km/s per entrare in orbita; bastano i 7/8 della suddetta prima velocità cosmica, anzi se si raggiungono gli 11 km/s (seconda velocità cosmica) ci si sgancia dalla Terra (con uomini a bordo l'abbiamo fatto, dal 1968 al 1972, solo nove volte) volando nello spazio profondo verso la Luna e oltre. Gli Stati Uniti hanno dismesso le navette (dedicandosi ad altro, in particolare alla futura missione su Marte), per cui tutti i viaggi da e per la Stazione spaziale sono affidati al cosmodromo del Kazakistan. Quando si tratta di inviare solo materiali (dalle vettovaglie ai sofisticati strumenti scientifici) si usa il razzo Proton, più moderno e capiente. Tuttavia, dato che alcuni suoi lanci sono falliti, quando si tratta di inviare uomini in carne ed ossa, si usa la vecchia ma affidabile Soyuz progettata da Sergej Korolëv, l'equivalente sovietico di Wernher von Braun alla Nasa, morto prematuramente nel Gennaio 1966 (anche per questo nella corsa alla Luna è avvenuto il sorpasso degli USA sull'URSS). La supercollaudata Soyuz non pianta in asso; l'unico lancio fallito è stato il primo nel 1967 poiché, nonostante non fosse ancora pronta, Krusciov la volle a tutti i costi in orbita durante le celebrazioni del 1 Maggio [era addirittura prevista una Soyuz 2 per effettuare uno

⁵⁸ «Le Scienze», Maggio 2015, p. 104

spettacolare rendez-vous fra le due sonde durante la festa del lavoro]. Costò la vita a Komarov che, conoscendo la situazione precaria, si immolò prendendo il posto dell'amico Gagarin, il quale tuttavia morì meno di un anno dopo in un incidente aereo durante un volo di addestramento; in quell'anno tragico persero la vita anche tre astronauti americani nella simulazione a terra (!!) dell'Apollo 1. Per onorare la memoria di Korolëv, ricordiamo che fu un Nobel mancato; dopo il lancio del primo Sputnik il 4 Ottobre del 1957 l'accademia svedese delle scienze chiese ripetutamente alle autorità sovietiche il nome del capo-progettista (sconosciuto, e tenuto rigorosamente segreto) per conferirgli il Nobel; ma Krusciov rispose che premiare il singolo è un abbaglio borghese: se proprio volevano, dovevano attribuire il premio a tutta l'URSS. Tornarono alla carica per il capolavoro di Korolëv due anni dopo (lancio del Luna 3 il 4 Ottobre del 1959), quando venne fotografata e inviata a Terra la prima immagine della faccia nascosta della Luna; ma neppure quella volta l'operazione andò in porto.

*Eddington, l'amico che confermò TRG,
e Tullio Levi-Civita, il matematico
confidente che corresse Einstein.*

Il campo spazio-temporale è talmente originario che riguarda tutti e tutto: niente gli sfugge, nemmeno la luce! Il Sole devia i corpi materiali dotati di massa (pianeti), ma pure la luce che è priva di massa, praticamente energia pura, e non ha neppure la carica elettrica, poiché è “obbligata a seguire i binari” dello ST curvo. Eddington, l'amico di Einstein, organizzò una doppia spedizione in occasione dell'eclissi solare del 29 Maggio 1919 sull'Atlantico centrale praticamente all'Equatore, per misurare la curvatura gravitazionale della luce durante il transito del Sole davanti all'ammasso stellare delle Iadi, una formazione/costellazione particolarmente brillante. La prima squadra, sotto la guida dello stesso Eddington, si recò a Príncipe, un'isola del golfo di Guinea al largo della costa occidentale dell'Africa. Come copertura in caso di maltempo, un secondo gruppo venne spedito a Sobral in Brasile. Le deviazioni angolari registrate a Príncipe furono in *media* di 1,61 secondi d'arco, mentre quelle calcolate a Sobral di 1,98 secondi d'arco (sempre di *media*): la predizione relativistica di Einstein è di 1,75 secondi d'arco, quindi praticamente al centro della cosiddetta “media pesata”, equidistante dagli scarti maggiori (Paul Halpern, *I dadi di Einstein e il gatto di Schrödinger*, Raffaello Cortina ed., 2016, 86s; abbreviazione Halpern.). Ciò significò la conferma di TRG, e della lagrangiana (da Lagrange) usata da Grossmann, Einstein ed Eddington, in cui compare (dimezzato; $-\frac{1}{2} R$) il determinante del tensore di Ricci cambiato di segno; ricordiamo che il tensore del grande matematico padovano è un modo di descrivere le curvature, ed il suo determinante un modo di sommarne le componenti (Halpern 250). Quindi significò pure la correttezza del calcolo differenziale-tensoriale di Ricci per le superfici curve, riemaniane; interessante rilevare che i primi abbozzi (*Entwürfe*) delle equazioni sulla gravitazione non erano (del tutto) corretti: proprio grazie all'intenso scambio-carteggio epistolare avvenuto nella primavera-estate del 1915 con Levi-Civita (il discepolo di Ricci) che suggerì le correzioni e le dritte giuste, Einstein pervenne alla forma corretta delle equazioni gravitazionali presentate all'Accademia di Berlino nel Novembre 1915.

Ricordiamo che le varietà riemaniane, i tensori di curvatura di Ricci, i “trasporti paralleli” di Levi-Civita non sono entità iper-uraniche, bensì riguardano una cosa concreta come la

sferica superficie terrestre: ad es. il triangolo Mosca-Parigi-Roma non è piatto, ma curvo. Prendiamo in considerazione l'emisfero boreale; il meridiano 0 e il meridiano 90, quando partono dal Polo Nord, costituiscono un angolo retto: e così pure quando scendendo intersecano l'equatore. Il triangolo risultante, ossia la superficie di un quarto di "spicchio" della semisfera terrestre superiore, è costituito da tre angoli retti (la cui somma è di 270 gradi!), e da tre lati fra loro perpendicolari: fatto sorprendente per chi è abituato alla geometria piatta euclidea. Ma è rimasto lo stesso spirito di Euclide: secondo Popper, quella euclidea non era concepita come un esercizio di pura geometria, bensì come un *organon* per una teoria del mondo, nel tentativo di risolvere sistematicamente i principali problemi della cosmologia platonica. Einstein ha fatto altrettanto per risolvere i problemi della cosmologia moderna dello *ST* incurvato a geometria variabile (come quella di Riemann e Ricci).

Ci sono inoltre due altri elementi: dapprima il fatto che le particelle emergano in continuazione dal falso vuoto quantistico, cioè dalla schiuma dello spazio-tempo, costituisce una prova ulteriore che quest'ultimo (lo *ST*) è più originario della materia⁵⁹. Il secondo, più facilmente comprensibile, è che si danno curvature non nulle anche in assenza di materia (nello spazio vuoto cosmico), chiamata in genere curvatura o tensore di Weyl⁶⁰. Ciò significa che la determinazione della curvatura da parte delle masse è solo parziale: in verità gli immensi spazi interstellari e intergalattici sono tutt'altro che tranquilli, perché pervasi da forti campi elettromagnetici che, pur in assenza di materia, possono creare curvatura.

Possiamo riassumere il tutto in quattro stati-condizioni (EDD 120s): 1) Lo spazio-tempo è piatto: questo è lo stato dell'universo ad una distanza (praticamente) infinita da tutta la materia e da tutte le forme di energia; 2) Lo spazio-tempo ha una curvatura di primo grado: questo è lo stato dell'universo in una regione vuota, non contenente materia, luce o campi elettromagnetici, ma nelle vicinanze (in termini astronomici, extragalattici) di tali forme di energia; 3) Lo spazio-tempo ha una curvatura di secondo grado: questo è lo stato dell'universo in una regione non contenente materia o elettroni (energia legata), ma contenente luce o campi elettromagnetici (energia libera); 4) Lo spazio-tempo è completamente curvo: questo è lo stato dell'universo in una regione contenente materia continua, che modifica l'universo intorno a se stessa in maniera assoluta, e che non può (per ora) venir imitata artificialmente (EDD 113).

Mentre nel membro di sinistra delle equazioni c'era una sofisticata rappresentazione

⁵⁹ Lo *ST*, oltre ad essere secondo noi più originario della materia, è stato definito da Einstein marmo pregiato perché tutto ciò che si trova nel primo membro dell'equazione (a sinistra) è matematicamente e geometricamente scorrevole, bello, e variopinto nelle sue curvature variabili. È stato invece chiamato legno scadente tutto quel che si trova nel secondo membro (a destra), poiché risulta "legnosa" l'espressione (di vecchio stampo) della quantità e densità della massa-materia: Grossmann e Einstein hanno dovuto lavorarvi parecchio, forse appesantendolo, onde ottenere quel che nel gergo tecnico viene chiamata "quadri-divergenza covariante nulla", al fine di salvare il principio di conservazione della massa-energia.

⁶⁰ M. DORATO, *ivi*, p. 120s; il primo membro della vicina nota 56 (Gab) può essere scritto in forma più distesa con $R_{ab} - \frac{1}{2} R g_{ab}$, in cui appare in modo massiccio la *R* (ossia il tensore di curvatura di Ricci ottenuto a partire dal tensore di Riemann) che lega il genio di Riemann con quello di Ricci, lo schivo matematico padovano snobbato dai suoi colleghi (come pure Riemann), riuniti in una bellezza pari ad un quartetto di Beethoven (i 4 autori-esecutori sono Riemann, Ricci, Grossmann e il *violinista* Einstein). Unendo due "cose" per quei tempi assolutamente inutili (considerate uno stravagante esercizio intellettuale, un puro diletto geometrico-matematico per...chi aveva del tempo da perdere), ossia la geometria curva di Riemann col calcolo tensoriale di Ricci che allora non servivano a nulla, ne è nata una delle più efficaci teorie applicative della storia del pensiero.

(Halpern 88) delle configurazioni geometriche della gravità, a destra tutti i tipi di materia ed energia, compresi gli effetti energetici dei campi elettromagnetici, erano “grossolanamente” ammassati nel tensore energia-impulso. Infatti Schrödinger riteneva (d'accordo con lo stesso Einstein) la TRG incompleta finché l'elettromagnetismo fosse stato escluso dalla parte geometrica (quella di sinistra).

Quanto detto, costituisce un ulteriore indizio della priorità dello *ST* rispetto alla materia. Lo *ST* non è quindi solo un attore fra gli altri, bensì l'attore protagonista, che compare inizialmente per primo all'esordio del dramma. Queste sono le argomentazioni più corpose a favore del fatto che:

lo ST, oltre ad esserne distinto, sia pure più originario della materia e degli eventi fisici; le proprietà spazio-temporali sono quindi “anteriori” agli eventi materiali, alle stesse entità chimiche: lo spazio e il tempo cominciano a delinearsi come costituenti primi della realtà. Nulla è al di fuori di essi; e agiscono su tutto...

Lo stesso Hilbert (la maggioranza dei fisici lavorano all'interno del cosiddetto “spazio di Hilbert”) sosteneva che la materia non è dotata di esistenza indipendente, bensì è il risultato di un agglomerato entro campi di energia, i quali potevano essere descritti geometricamente [la geometria è fondamentale proprio perché misura e configura lo spazio, e pure lo spazio-tempo a partire dalla relatività. Cfr Halpern 90, e il par. 10 sulla relazione, in connessione con le note 109 e 110]. Fra l'altro, come già detto in precedenza, le particelle del Modello Standard sono, inizialmente, tutte prive di massa! Ma se inseriamo/aggiungiamo nelle equazioni la massa (conosciuta per via sperimentale), come una loro proprietà intrinseca quale ad es. la carica elettrica, tali equazioni non funzionano più; è quindi probabile che la massa non sia una proprietà originaria delle particelle, un ingrediente fondamentale, ma emerga da successivi meccanismi dinamici come ad es. il campo di Higgs, una specie di “melassa” che rallenta le particelle, ognuna in modo diverso. Più o meno frenate, restano più o meno appiccicate alla melassa, per cui si comportano come se avessero una massa più o meno grande (Delmastro 97-102). Delmastro (98) fa l'esempio della torta al cioccolato: le equazioni del modello standard sono come la ricetta di una torta al cioccolato: se vi aggiungiamo delle ciliege candite (le masse), diventa una...focaccia allo stracchino. È evidente che qualcosa non va...

L'originarietà assoluta dello *ST* sembra confermata anche da alcune autorevoli teorie filosofiche⁶¹, secondo le quali spazio e tempo sono essi stessi *i costituenti ultimi dell'universo*. Ossia spazio e tempo sono i costituenti basilari, sono più fondamentali di tutte le altre cose, intangibili quasi come un'informazione. Lo *ST* viene ad essere il livello primigenio, infimo della natura, e nel contempo l'ingrediente ultimo e di base della realtà. Spazio e tempo, quali costituenti fondamentali, sono più originari e universali, illimitati, almeno in prima battuta indefiniti, indeterminati e indistinti quasi come l'*archè-àpeiron* di Anassimandro; il “falso vuoto” (di cui sopra) è forse equiparabile ad un “falso nulla” ed alla questione relativa: il nulla non potrebbe essere il tutto in una configurazione diversa? Ossia

⁶¹ Ad es. quella di W.V.O. QUINE, *Events and Reification*, 1985, e di D. DAVIDSON, *Reply to Quine on Events*, 1985, entrambi in E. Lepore, B. McLaughlin (eds), *Actions and Events, Perspectives on the philosophy of Donald Davidson*, Blackwell, Oxford, rispettivamente a seguire l'un l'altro a pp. 162-171, e 172-176; entrambe citate in DORATO, *La natura delle cose*, op. cit., p. 17 (132 e 136).

in uno stato di illimitata omogeneità (come l'*Apeiron*)?

Nello spazio non vi sono pietre miliari, cosicché non possiamo sapere dove siamo. Ci troviamo come su un mare non solcato da onde, senza stelle, senza bussola né sole, senza vento né marea, e non possiamo dire in quale direzione ci muoviamo.

Tornando alla relatività ristretta, non si dà quindi un sistema privilegiato in grado di decidere «quanto tempo sia veramente e oggettivamente trascorso», e quanto spazio sia stato effettivamente percorso. Molti malintesi, obiezioni ed errori interpretativi sono da imputare ad una mancata comprensione della portata rivoluzionaria dell'inesistenza di un tempo universale che scorra uniformemente per ogni sistema di riferimento. Le domande del tipo «quanto è vecchio il gemello-astronauta in realtà?» o «quanto tempo è passato in realtà?», o «qual è la “vera” distanza Terra-Sirio o Terra-Abell 2115?» sono domande scorrette e obsolete in relatività, meglio non hanno più alcun senso. Visto che la locuzione “in realtà” nelle suddette espressioni presuppone una risposta assoluta, cioè indipendente da un sistema di riferimento, tali domande-risposte sono semplicemente bandite dalla teoria⁶².

Il cardine della meccanica classica era l'identità dei valori spaziali e temporali, rilevati dalla misurazione in sistemi diversi. Tale identità era il fondamento indiscusso del suo concetto di oggetto in generale: costituiva propriamente l'oggetto “natura” come oggetto geometrico-meccanico, distinguendosi dai dati mutevoli e relativi della percezione sensibile. La nuova teoria rinuncia al presupposto che l'intervallo temporale tra due eventi sia una grandezza immutabile, fissa una volta per tutte, indipendente dallo stato di movimento del corpo di riferimento; e pure l'intervallo spaziale o la distanza fra due punti di un corpo rigido non è indipendente dai suddetti stati di movimento. Ciò non riguarda solo il valore-grandezza della lunghezza di un corpo, ma pure del suo volume, della sua forma, e così via (Cassirer 2, 35). Come già detto all'inizio, il concetto di corpo rigido è abbandonato in relatività, anche perché non c'è più bisogno di quei *corpi di riferimento* fissi e rigidi a cui era necessariamente rinviata la meccanica classica, la quale fra l'altro riteneva che un metro rigido mantenesse la stessa lunghezza invariabile in tutti i tempi e luoghi, e in tutte le condizioni particolari della misurazione.

Non è accaduto niente ad una sbarra o nell'astronave, poiché non ci sono variazioni intrinseche (...materiali) negli oggetti stessi. La sbarra per conto suo, o la relazione fra una molecola ad un'estremità ed una molecola all'altra, rimane inalterata; la sua lunghezza è cambiata (passando da un sistema di riferimento ad un altro di moto diverso), ma la lunghezza non è una proprietà intrinseca di quella sbarra/astronave, *poiché non è affatto determinata finché non venga specificato un osservatore*. Le misurazioni di lunghezze e di

⁶² G. BONIOLO – M. DORATO, *Dalla relatività galileiana...*, op. cit., p. 63s. Istinatamente ed emotivamente tendiamo a privilegiare il tempo terrestre, come nel finale del film *Interstellar*: mentre per l'astronauta, ritornato poco più che quarantenne, il viaggio è durato dai sei ai dodici mesi, nel “frattempo” sono invece passati poco più di 80 anni sulla Terra e nel sistema solare. È scorretto quindi quel che il medico gli dice sulla stazione spaziale intorno a Saturno: «Faccia piano; non è più un giovanotto di primo pelo: si ricordi che *in realtà* ha 124 anni». La dizione impropria segnala ancora una volta la difficoltà di capire che non esiste una *realtà* privilegiata, ossia che non si dà un intervallo temporale assoluto valido universalmente; certo è passato quasi un secolo sulla Terra, ma il padre è ancora, anche biologicamente, un aitante quarantenne.

durate sono confronti con intervalli di spazio e di tempo stabiliti dall'osservatore in questione. Siamo nella stessa situazione di due che giocano a ping-pong su un treno che viaggia a 100 km/ora. La domanda è: qual è la distanza tra un rimbalzo e l'altro della pallina nel senso della direzione del moto del treno? Per i due giocatori di circa 2 metri; ma per un pedone che osservi dal prato di circa 30 metri [in un secondo ai 100 km/ora si percorrono circa 28 metri]. Allo stesso modo, variando il nostro stato di moto (velocità), operiamo una nuova (sud)divisione dell'ordine quadridimensionale in spazio e tempo.

Ritornando al volo su Sirio abbiamo una riduzione al 60% della distanza spaziale (da 8 a 4,8 anni-luce); se per maggior comodità e semplicità scegliamo la velocità di 262.000 km/s, abbiamo il dimezzamento delle distanze spaziali (oltre che quello delle durate temporali). Ossia anche la lunghezza dell'astronave si è dimezzata; allora, uno potrebbe pensare di poterlo verificare facendo misurare all'astronauta la lunghezza della sua sonda con un metro: ma anche il metro (lo strumento di misura) risulta dimezzato, per cui il cosmonauta non rileverebbe alcun accorciamento del suo veicolo spaziale. Il già menzionato fattore γ (cfr la nota 25) determina per la suddetta velocità il dimezzamento delle distanze e dei tempi di percorrenza: esso fornisce altresì l'aumento della massa (elettromagnetica, non della materia) con la velocità; così se un regolo si muove ad una velocità tale che la sua lunghezza venga dimezzata, la sua massa viene raddoppiata (EDD 85).

In tale ambito ora si hanno determinazioni metriche proprie, generalmente differenti, per ogni luogo del continuo spazio-temporale (in TRG). Ogni punto si rapporta non più ad un sistema di riferimento rigido e fisso esterno ad esso, ma in certo qual modo soltanto a se stesso e ai punti infinitamente vicini. Si tratta della conclusione di un processo che era stato intuito da Maxwell quando critica la concezione antica di dover avere una cognizione assoluta del luogo in cui ci troviamo e della direzione in cui ci muoviamo. Ma questa opinione, senza dubbio condivisa da molti sapienti dell'antichità, è stata progressivamente abbandonata dalla rappresentazione della fisica. Nessuno poteva accorgersene in passato poiché tutti sulla Terra condividiamo lo stesso moto (30 km/s intorno al Sole, più il movimento del Sole intorno alla galassia), e di conseguenza le nostre misurazioni delle distanze e delle durate sono identiche (a patto di avere i medesimi strumenti, metri, regoli, parallasse per le stelle, orologi di precisione...).

Nello spazio non vi sono pietre miliari, cosicché non possiamo sapere dove siamo. Ci troviamo come su un mare non solcato da onde, senza stelle, senza bussola né sole, senza vento né marea, e non possiamo dire in quale direzione ci muoviamo. Possiamo certo determinare il grado del nostro movimento mediante il confronto con oggetti vicini, ma non sappiamo come questi corpi si muovano a loro volta nello spazio. Invece che di corpi incurvabili e inflessibili, ora si impiegano soltanto, per dirla con Einstein, dei “molluschi di riferimento” (alludendo agli spazi-tempi elastici), ma la forma delle leggi deve essere totalmente indipendente dai molluschi scelti.

Non si può risolvere un problema con la stessa mentalità che lo ha prodotto.

La nuova teoria sposta altrove certe costanti logiche della conoscenza scientifica, trasferendole nell'invarianza di c e dell'intervallo spazio-temporale.

Tali nuove invarianze sono oggettive nel senso di inter-soggettive e valide per tutti; poi ci

sono le co-varianze (ossia ciò che muta ma seguendo delle leggi), che però nel loro sistema di riferimento sono reali anche se non inter-soggettive per tutti gli altri osservatori inerziali in altri sistemi. Non possiamo considerare reale solo ciò che invariante: altrimenti esisterebbero solo c , l'energia e poco altro. L'invarianza, pur riguardando relazioni indipendenti, permanenti e costanti, è un concetto troppo forte di realtà. Ciò non toglie che l'intero sistema di valori concettuali e numerici che fino ad allora valevano in modo univoco e incondizionato, debbano entrare in *movimento* per poter soddisfare un più rigoroso postulato di unità, stabilito e ricercato dal pensiero (Cassirer 2, 36). La teoria della relatività dispone di nuovi strumenti concettuali per soddisfare il suddetto postulato di una determinazione univoca dell'accadere (ma non alla vecchia maniera di uno o più sistemi privilegiati). Tuttavia l'infinita varietà dei sistemi possibili non equivale a un'infinita ambiguità dei valori di misura, in quanto tutti questi sistemi sono riferiti e collegati l'uno agli altri da una regola comune; il termine "relatività" non deve trarre in inganno: esso invita ad andare oltre quel che ti appare, per trovare la verità scientifica, determinata dalla corrispondenza reciproca dei risultati di tutti i sistemi possibili. Un invariante è proprio ciò che non muta al cambiare della struttura esterna.

I praticamente infiniti sistemi di riferimento, fra loro diversi e in movimento l'uno rispetto all'altro, sono paragonabili alle infinite forme del triangolo scaleno: come dice Platone nel Timeo, lo scaleno ha ottenuto in sorte infinite forme, mentre quello isoscele una sola. Ma, nonostante l'estrema varietà delle forme e della struttura, vale per lo scaleno il teorema di Pitagora generalizzato (o di Carnot; comunque un invariante, o legge costante): ossia

$$a^2 = b^2 + c^2 [- 2bc \cos. \alpha]$$

vale a dire, il quadrato costruito su a (lato maggiore) è equivalente alla somma dei quadrati costruiti su gli altri due (fin qui sarebbe Pitagora), diminuito del doppio rettangolo i cui lati sono costituiti da b e dalla proiezione di c su b . Nel caso del triangolo rettangolo l'angolo α è retto, di 90 gradi, per cui il suo coseno è zero: rimane quindi il teorema di Pitagora [quanto è tra parentesi quadra è annullato, uguale a 0].

Analogamente, nonostante la grandissima varietà dei sistemi di riferimento, nel caso di un raggio di luce abbiamo l'intervallo spazio-temporale $s^2 = 0$

x, y, z indicano le coordinate spaziali, e t la coordinata temporale.

$$(a) \quad s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = 0$$

$$(b) \quad x^2 + y^2 + z^2 = c^2t^2$$

$$(c) \quad s^2 = x^2 + y^2 - c^2t^2 \quad (\text{con solo due coordinate spaziali, lunghezza e altezza})$$

Quest'ultima non è molto diversa dal teorema di Pitagora generalizzato, valido per tutti i triangoli, compresi anche e soprattutto gli scaleni.

Le formule sono tutte al quadrato perché sono di fatto un'estensione del teorema di Pitagora "normale" applicato ai triangoli rettangoli, utilizzato da millenni per determinare le distanze: in un triangolo rettangolo ABC il quadrato costruito sull'ipotenusa (AB) è equivalente alla somma dei quadrati costruiti sui cateti (AC e CB). Allo stesso modo il quadrato dell'intervallo spazio-temporale fra A e B (s^2), analogo alla suddetta ipotenusa ma in tre dimensioni, è uguale alla somma dei quadrati delle distanze spaziali meno il quadrato della quarta coordinata (il tempo moltiplicato per la velocità della luce, ossia l'aggiunta di un termine negativo al teorema pitagorico). Questo è il tragitto più breve nelle quattro

dimensioni, una generalizzazione della distanza spaziale che tiene conto sia dello spazio sia del tempo. Rappresenta la prossimità fra due eventi – cose che accadono in luoghi differenti e tempi differenti – misurando il più breve percorso quadridimensionale che li collega (Halpern 51).

La quantità s è quindi qualcosa che riguarda unicamente i due eventi scelti (EDD 67), poiché là fuori spazio e tempo sono uniti, senza dipendere dallo stato di moto dell'osservatore. È nel mondo esterno che le quattro dimensioni sono unite, non nelle relazioni del mondo esterno con l'individuo che costruisce la sua diretta conoscenza dello spazio e del tempo. (EDD 79) Proprio in questo processo di relazione con l'individuo, l'ordine si spezza nelle manifestazioni distinte dello spazio e del tempo.

Quindi spazio e tempo vanno pensati e trattati insieme: a tal fine il tempo, moltiplicato per la velocità della luce (c), viene inglobato e compreso come quarta dimensione oltre alle tre classiche della lunghezza, larghezza, altezza. E ciò che è invariante (assoluto, valido per tutti gli osservatori, intersoggettivo) è solo l'intervallo spazio-temporale, meglio il suo quadrato (s^2) che è uguale alla somma dei quadrati delle distanze spaziali (x^2, y^2, z^2 ; a volte, per semplicità se ne scrive una sola, che descrive la distanza spaziale fra due cose e/o eventi) *meno* il quadrato della quarta coordinata temporale $[(tc)^2]$. Compare nelle equazioni uno strano (forse inquietante come già detto) segno – (meno) davanti al tempo: ma il cambio di segno (o la sottrazione che dir si voglia) permette di sapere se i due eventi siano causalmente connessi o meno. Se il risultato dell'espressione-equazione è zero (detto di tipo luce), od un numero negativo (detto di tipo tempo), il primo evento può influenzare il secondo. Se invece il risultato è positivo (detto di tipo spazio), non è possibile alcuna comunicazione, giacché ciò richiederebbe un segnale più veloce della luce. Se ad es. un'attrice fosse vestita con un certo *look* durante la cerimonia degli Oscar 2017, ed un'abitante di Proxima Centauri, lontana 4,3 anni-luce, adottasse lo stesso *look* nel 2018, la seconda non potrebbe essere accusata di aver copiato, poiché l'intervallo fra le due (di *tipo spazio*, con la distanza spaziale prevalente e decisiva) sarebbe senza possibilità di comunicazione e influenza causale. Per ricevere un segnale (ad es. televisivo) ci vorrebbero almeno quattro anni abbondanti, non uno solo! La scelta di moda della centauriana sarebbe solo una coincidenza cosmica...

Possiamo invece avvisare gli alieni del nostro arrivo, ad es. su Sirio secondo l'esempio che abbiamo fatto: se infatti, subito dopo il lancio dell'astronave per ipotesi avvenuta nell'anno 2000, avessimo voluti avvisare i “Siriani” (gli ipotetici abitanti di un pianeta intorno alla stella Sirio) dell'esito riuscito del lancio, la comunicazione-radio avrebbe raggiunto il pianeta nel 2008, con ben due anni di anticipo rispetto all'arrivo della sonda nel 2010.

Tutto questo si regge sul fatto che c , la velocità della luce, non sia infinita, bensì a) finita, b) insuperabile e c) costante-invariante. Questo mi ha sempre fatto pensare ponendomi una domanda: è mai veramente possibile che questioni così importanti (spazio, tempo, durate, passato, futuro, simultaneità...ecc.) debbano dipendere dal fatto (tutto sommato abbastanza semplice) dell'invarianza di c ? Che importanti domande filosofiche dipendano in ultima analisi e si reggano su una misurazione di velocità? Certo la filosofia ha difficoltà in genere ad accettare che un *problema* sia (quasi) definitivamente *chiuso* [sì, lo sappiamo, la velocità è lo spazio diviso il tempo, ma siamo restii a far dipendere questioni altamente vitali da un mero e semplice dato fenomenologico]. Certo la velocità della luce è un limite invalicabile,

e un problema la sua invarianza (anche per un razzo che la inseguisse ai 200.000 km); ma proprio questa è una caratteristica di TRR, quella di trasformare in punti di forza dati sperimentali che sembrano debolezze o crepe almeno nel vecchio impianto: un limite diventa un principio basilare, ed un problema si trasforma in un postulato. In particolare la filosofia non accetta volentieri che un *problema sia chiuso da un teorema, da un postulato, da un'invarianza matematizzata*. Per il fatto che ad es. Gödel volesse basare le tesi filosofiche su teoremi matematici, è stato snobbato sia dai filosofi che dai matematici...

La velocità della luce è inoltre insuperabile, come nel famoso esperimento di Michelson-Morley, in cui la velocità della Terra di 30 km/s (intorno al Sole), non si somma a quella di un raggio di luce: al $c + 30$ (di Galileo) va aggiunto al denominatore $1 + v_1 \cdot v_2 / c^2$ [le due velocità moltiplicate fra loro (ossia 300.000×30) e divise per il quadrato della velocità della luce]. Il risultato di questa nuova composizione delle velocità è c (non $c + 30$, non 300.000 più 30 come parrebbe logico): la stessa cosa vale della differenza, come già abbiamo detto all'inizio nel caso di un razzo-missile che insegue un raggio di luce ad un terzo di c ($1/3 c$), vale a dire ai 100.000 km/s. La differenza non è $c - 1/3 c$, ossia $2/3$ di c , pari a 200.000 km/s; questo valore rimane al numeratore, ma va corretto col suddetto denominatore (che alla fine risulta $2/3$), per cui il risultato finale è c .

Quindi qualsiasi velocità dei corpi come gli effetti fisici di ogni tipo, non importa che si propaghino nel vuoto o nella materia-energia, non possono superare la velocità della luce. Ricordiamo l'esperienza di essere in piedi davanti al finestrino di un treno (il mio che fa i 100 all'ora rispetto ad un pedone sdraiato nei campi), e vedere sfrecciare in senso opposto un altro treno alla stessa velocità: la mia sensazione è che l'altro treno faccia i 200; io percepisco solo la somma delle due velocità [che potrebbero anche essere 50 (il mio) a 150 (l'altro), 0 a 200 (io sono fermo), 200 a 0 (è fermo l'altro treno), 130 a 70 e così via]. Se avvenisse un tragico scontro la botta sarebbe di 200 km/h; come finire a tale velocità contro un muro.

Ma se due razzi/missili vanno uno verso l'altro ai $2/3 c$ (200.000 km/s), la somma non è di 400.000 (super-luminale, più veloce della luce, con una botta/effetto fisico da 400.000 al secondo), bensì, con la formula di composizione sopra illustrata, di circa 285.000 km/s (comunque inferiore a c).

Minkowski ha mostrato come la dilatazione temporale e la contrazione spaziale possono venir costruite come rotazioni che trasformano lo spazio nel tempo; una rotazione dell'intervallo spazio-temporale potrebbe eliminare un po' della distanza spaziale fra due eventi accrescendo la loro distanza temporale (cfr Paul Halpern 50-52). Questo perché, in relatività, spazio e tempo vanno trattati allo stesso modo! (Si possono trasformare l'uno nell'altro, quindi anche la conversione del tempo in spazio; ne terremo conto nella futura seconda parte sull'escatologia e sulla cristologia).

Ma le cose sono filosoficamente ancora più profonde: lunghezza e durata (prese separatamente) non sono proprietà intrinseche del mondo esterno; si tratta di relazioni, collegamenti, fra gli oggetti del mondo esterno e qualche particolare osservatore.

Secondo la teoria della relatività (ristretta) le distanze spaziali fra due oggetti, corpi, stelle e la durata-intervallo fra due eventi non è solo una faccenda là fuori super-oggettiva, ma le distanze e le durate sono *costitutivamente* delineate dalla *correlazione* fra la natura là fuori e

lo stato di moto dell'osservatore, cioè dalla velocità del sistema prescelto. Ossia esiste una stretta correlazione reciproca fra *ciò che viene misurato* e *ciò che misura* (quest'ultimo non è necessariamente un *chi*-individuo).

Più la velocità aumenta, e più (in maniera inversamente proporzionale) le distanze e le durate si riducono. Esse non sono qualcosa di esterno a se stante, bensì un rapporto, una (cor)relazione, un collegamento coordinato col sistema di riferimento: anzi c'è una certa, lieve prevalenza dell'osservatore, che non è necessariamente un essere animale od umano cosciente, poiché basta un oggetto sufficientemente grande, quindi anche la prospettiva da un pianeta disabitato. Le misurazioni di lunghezze e durate sono correlazioni di spazio e di tempo *stabiliti dall'osservatore* in causa, eventualmente con l'ausilio dell'apparecchio che partecipa del suo moto. Ma gli autentici strumenti ultimi di misura non sono orologi e metri materiali, ma principi, postulati, leggi, elaborazioni filosofico-matematiche....

Nel sistema di riferimento a velocità-luce, l'Africa sarebbe distante da noi come la casa del vicino, o addirittura alla stessa distanza come nei mappamondi o nelle carte geografiche: queste ultime non sarebbero più una comoda riduzione in scala, bensì rappresenterebbero la distanza reale (nell'ordine delle spanne) nel sistema di riferimento prescelto. E queste non sono metafore! Ad es. la distanza fra due stelle: noi terrestri abbiamo sempre misurato all'incirca la stessa distanza poiché abbiamo condiviso il medesimo stato di moto della Terra; su un'ipotetica sonda o su un pianeta che viaggiasse molto più veloce della Terra, misureremmo distanze inferiori. Dopo tutto, come disse Armstrong, anche la Terra è un'astronave, anche se speciale.

Mentre la lunghezza e la durata sono relative, l'*estensione* (o intervallo spazio temporale, il già visto s^2 , o semplicemente s) di cui esse sono le componenti, ha un significato assoluto in natura, indipendente dalla particolare scomposizione in spazio e tempo adottata dall'osservatore particolare (l'estensione non è correlata a lui ed al suo moto). L'intervallo suddetto fra due eventi è un attributo assoluto di tali eventi, indipendente da qualsiasi sistema di riferimento scelto, e indipendente da qualsiasi sistema di coordinate. Esiste una sola "distanza" fra due eventi in quattro dimensioni, la quale poi può essere risolta in un numero qualsiasi di modi nelle componenti lunghezza e durata a seconda dello stato di moto dell'osservatore [come nell'esempio appena fatto del doppio treno, la somma invariante 200 può essere scomposta in moltissimi modi]. Ogni osservatore ha la sua divisione personale dello spazio e del tempo, e basa la sua separazione dello spazio e del tempo sul cammino ch'egli segue attraverso il mondo (EDD 56s). Usando lo spazio di un osservatore si ottiene un valore, per un altro osservatore se ne otterrebbe un altro; idem per il tempo, usando il tempo di un osservatore si ottiene un valore, per un altro osservatore se ne otterrebbe un altro: quest'ultima è una dizione più corretta di quella che parla di contrazioni spaziali e dilatazioni temporali. La scansione del tempo, e pure della distanza, viene definita dalle singole e differenti scale locali⁶³, nella loro variegata separazione quadri-dimensionale. Tanto più che se partiamo dal sistema dell'astronauta (in viaggio verso Sirio) e poi guardiamo a quello terrestre, lo spazio si è espanso; è come se il tempo si fosse trasformato in spazio. Se invece partiamo dal nostro sistema (o gemello terrestre, come comunemente

⁶³ Se ci può "consolare", tutti gli osservatori sono d'accordo sul fatto che nel viaggio di andata e ritorno Abell-Terra si è viaggiato a velocità-luce, per cui l'intervallo spazio-temporale è invariante; ma per gli abitanti dei due pianeti il viaggio è durato un miliardo di anni (percorrendo un miliardo di anni-luce), mentre per l'alieno è durato solo un anno (con un anno-luce percorso). In questo caso l'intervallo spazio-temporale è zero (detto di tipo luce).

avviene) e poi passiamo al gemello-astronauta, è come se lo spazio si fosse trasformato in tempo. La lezione da imparare, al di là delle contrazioni-dilatazioni, è che lo spazio si può trasformare in tempo e viceversa; cosa da tener presente sia a livello filosofico che teologico.

Così pure non si dà un presente “vero” ed assoluto nel cosmo; anch'esso viene determinato localmente, senza essere universalmente valido. Ci sono quindi aspetti sia relazionisti che sostanzialisti⁶⁴; ma quello che risulta importante e decisivo è lo strutturalismo spazio-temporale da noi evidenziato, che va al di là della rigida dicotomia fra relazionismo e sostanzialismo⁶⁵. Di solito Newton e Leibniz vengono contrapposti fra loro (data la controversia circa la paternità del calcolo infinitesimale); ma così facendo si perde il fatto che nelle loro diatribe è emerso un primo passo verso la teoria di Einstein: la quantità *fondamentale e assoluta* a cui si riferiva Newton non è lo spazio, bensì il moto [velocità, relazione fra lo spazio e il tempo] come suggeriva Leibniz, correggendo Newton ma sempre basandosi sulle sue leggi del moto [non c'entra nulla con la cosiddetta classica relatività del moto quotidiano, come nel sorpasso e nell'esempio di giocare a ping-pong su un treno]. Da una parte lo stato di moto dell'osservatore è determinante e *fondamentale* nel misurare lunghezze e durate, ma dall'altra i vari osservatori concordano in maniera super-oggettiva e inter-soggettiva nel giudicare un moto a velocità relativistica, poiché il suo intervallo spazio-tempora è *assoluto* e valido per tutti.

Possiamo quasi dire che lo spazio e il tempo originari godono dell'invarianza e immutabilità dell'*apriori* kantiano [questo potrebbe essere il tempo unico richiesto da Bergson, ossia tutta la distesa spazio-temporale già data anche se in parte ancora vuota (e quindi aperta)]; tuttavia, quando “vengono a noi”, perdono tale rigidità diventando flessibili, variabili e relativi ad un contesto di riferimento. Secondo Einstein la cosa più importante della filosofia di Kant sono le sue categorie a priori che servono anche per costruire la scienza. Da qui l'importanza del fisico teorico, dal quale hanno origine le idee teoretiche di base: in fisica la costruzione a priori è altrettanto essenziale dei fatti empirici. I concetti della fisica [soprattutto quelli portanti delle grandi teorie] sono libere creazioni della mente umana e non sono, comunque possa sembrare, unicamente determinati dal mondo esterno.

5. Creazione come dispiegamento dello spazio-tempo

⁶⁴ Facciamo riferimento alla divaricazione fra teoria sostanzialista e relazionista del tempo: secondo la prima, di solito attribuita a Newton (e secondo alcuni risalente a Platone), anche se tutto si fermasse, si congelasse o andasse distrutto, il tempo continuerebbe a scorrere e a passare [per costoro è in genere sufficiente l'esistenza dello spazio]. Secondo invece quella relazionista, di solito attribuita a Leibniz ma risalente (forse) ad Aristotele, il tempo è determinato dal movimento, per cui nella stasi totale non avrebbe senso un tempo che scorre: o meglio lo Stagirita nel terzo libro della Fisica afferma l'inverso (che non è proprio la stessa cosa, anche se la sostanza non cambia): «Senza luogo, vuoto e tempo il movimento appare impossibile» [GC 152s]. Unendo acrobaticamente Platone-Aristotele e Newton-Leibniz, possiamo dire che senza spazio-tempo non ci sarebbe il movimento, ma quest'ultimo a sua volta determina le distanze e le durate.

⁶⁵ DORATO, in *La natura delle cose*, ivi, p. 22

Dio, nel suo «a se in nihilum exsistere», nel suo andar fuori di sé e al di là di sé nel nulla, viene ad essere, in quanto creatore e creativo, il principale avversario del nulla.

Dato quindi che lo *ST* risulta più originario della materia e dei futuri eventi che lo riempiranno determinandolo, possiamo pensare lo *ST* come prima (e forse unica) opera diretta della creazione; creare significa predisporre il campo spazio-temporale. Si può quasi dire che Dio ha creato “quanti di volume”, per rendere altamente probabile la storia vitale dell'universo inaugurandone le condizioni di possibilità e di libertà.

Per dirla con Werbick⁶⁶ nelle sue belle pagine sulla «Impotenza o onnipotenza» di Dio, abbiamo proprio il potere possibilitante divino: il creare, fare, lasciare, dare spazio libero (*Freiraum geben*). La signoria di Dio è “solo” sulla temporalità⁶⁷, i suoi svariati cammini ed infiniti sistemi di riferimento, non sugli uomini e le forze della natura; se si dà un'onnipotenza divina (anche tradizionalmente intesa), essa consiste in un supremo potere (solo) sullo spazio-tempo: perciò è praticamente l'unico oggetto della creazione. Sulla base di quanto detto nel paragrafo precedente sullo spazio-tempo (uniti là fuori), Dio è presente all'universo-mondo in quattro dimensioni.

La signoria di Dio, sempre in grande sintonia con Werbick e le sue critiche alla plurisecolare *Allmacht* che ha imperversato nella storia del pensiero filosofico e teologico⁶⁸, non richiede alcuna successiva e *secondaria restrizione* come nell'onnipotenza tradizionale ove, dopo averla affermata, occorre ridurla con tutta una serie di “distinguo” molto acrobatici; anche chi continua a proclamare l'onnipotenza, è comunque poi «costretto» ad operare tutta una serie di limitazioni che quasi «trattengono» il presunto stra-potere divino, il quale non può violare ad es. il libero arbitrio umano (ma non solo).

La Signoria di Dio (sullo *ST*) *semmai* ha bisogno invece di essere *cosmicamente ampliata*, poiché sarà la fonte della nostra salvezza eterna (l'escatologia la tratteremo nella *futura* seconda parte). Il creatore e il salvatore (finale) è soprattutto il Signore del tempo.

Dio quindi pose uno spazio-tempo non astratto, bensì effervescente, attivo, ricco di potenzialità sin dalle condizioni iniziali per poi produrre stelle e pianeti; il che significa che

⁶⁶ JÜRGEN WERBICK, *Ohnmacht oder Allmacht*, in https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fb2/c-systematischetheologie/fundamentaltheologie/service/ohnmacht_oder_allmacht.pdf.

⁶⁷ E sulla spazialità avverto già la possibile ma assai rischiosa deduzione: ammettiamo che Dio non interferisca nelle forze della natura, come quella elettromagnetica e la nucleare forte o debole, ma sullo spazio forse sì. Se infatti la gravitazione non è una più una forza classica in natura (dato che l'*attrazione* gravitazionale è una forza fittizia inesistente), bensì una caratteristica dello spazio, e se Dio domina lo spazio, allora sarebbe pure in grado di controllarne, diminuirne o annullarne la curvatura (fonte del campo gravitazionale). Ciò potrebbe significare, annullando la curvatura e quindi la gravità, salvare ad es. uno che sta cadendo in un precipizio, o placare una tempesta, o rendere possibile il camminare, meglio il fluttuare (come nella stazione spaziale) o galleggiare sulle acque: sono i cosiddetti miracoli della natura presenti nei vangeli (che, per inciso, non sono storici). Ma il dominio divino sullo spazio non va inteso, a nostro parere, come un interferire (oggi, o nella storia umana) sulla curvatura, bensì come uno “spaziare all'infinito”, essendo presente a tutti gli esseri umani o alieni di ogni tempo (più che l'eterno presente dei medievali, è un esser presente a tutto il cosmo in 4 dimensioni): nulla va perduto e dimenticato.

⁶⁸ J. WERBICK, op. cit., in particolare la p. 9 del PDF on-line.

Dio l'ha posto con la sua ontologia fondamentale, primigenia, dinamica già in partenza⁶⁹, suscettibile di venir sempre più ontologizzata e informatizzata, sino alla formazione posteriore della materia a-biotica, poi di quella biotica. Tale ontologia contiene e concerne le leggi più specifiche⁷⁰ (della fisica), i principi di conservazione (della materia-massa-energia, della quantità di moto e del momento angolare⁷¹), le invarianze nonché le costanti universali. In tale ontologia primaria, oltre alle ovvie leggi deterministiche, rientrano pure le leggi *indeterministiche*, soprattutto all'inizio in cui dominava la TQ⁷², in particolare l'interazione gravitazionale di tipo quantistico: dalle fluttuazioni probabilistiche del (falso) vuoto quantistico si originerà poi la materia massiva. Ma le probabilità sono una cosa molto

⁶⁹ La dinamicità è ben evidenziata dalle suddette dilatazioni temporali e contrazioni spaziali; nonché dalle onde gravitazionali, confermate sperimentalmente per la prima volta solo nel Febbraio 2016: nel corso di una conferenza stampa in contemporanea negli Stati Uniti e in Italia, le collaborazioni oltre-oceaniche (tramite il collegamento interferometrico tra l'americana LIGO e l'italiana VIRGO, con bracci di tre chilometri a cavallo della Toscana e delle Marche: due interferometri collegati, più sono distanti e più aumentano la loro potenza e sensibilità) hanno annunciato la prima rilevazione diretta delle onde gravitazionali, previste da Einstein esattamente un secolo fa. Le onde rilevate sono state generate dalla fusione di due buchi neri, osservata contemporaneamente dai due interferometri di LIGO e VIRGO il 14 settembre 2015. Hanno aspettato ben 5 mesi prima di dare l'annuncio, per controllare e verificare bene il tutto, onde evitare errori sperimentali, abbagli, o altre cause che spieghino le oscillazioni registrate. Esse increspano lo spazio-tempo incurvandolo nelle sue geodetiche variabili, come le onde sonore increspano l'aria e quelle liquide l'acqua. I corpi celesti "cavalcano" tali onde quasi come i surfisti quelle dell'oceano.

⁷⁰ Compreso eventualmente il campo di Higgs, ossia un fluido esteso in ogni punto dello spazio e in ogni istante del tempo, il cui "condensato" conferisce massa alle particelle; da qui il nome "pomposo" di «particella di Dio» dato al bosone di Higgs, "scovato" nel 2012 al Cern di Ginevra. Il campo di Higgs potrebbe aver introdotto un'anomalia che avrebbe reso più frequente la formazione di materia rispetto all'antimateria (cfr Emiliano Ricci, «Le Scienze», Aprile 2015, p. 20): ad es. conferendo masse minori ai leptoni (di materia) col coinvolgimento nel meccanismo del neutrino pesante di Ettore Majorana, il geniale fisico siciliano membro del gruppo di Fermi (il relatore della tesi di laurea del "saraceno" sui nuclei radioattivi) a Roma negli anni trenta, i cosiddetti ragazzi di via Panisperna [che si chiamavano coi soprannomi presi dalle gerarchie vaticane: Fermi era il "papa", Rasetti "il cardinal vicario" e Majorana "il grande inquisitore"]. Il fisico catanese scomparve nel 1938 in circostanze molto misteriose.

⁷¹ È il motivo che sta alla base del tanto vituperato equante di Tolomeo (si spazzano *angoli* uguali in tempi uguali), che è l'equivalente secco della 2ª legge di Keplero (si spazzano *aree uguali* in tempi uguali); avendo a che fare con le circonferenze Tolomeo ha potuto usare i più semplici angoli, poiché in un cerchio angoli uguali sottendono aree uguali, mentre Keplero, avendo a che fare con l'ellisse, ha dovuto usare le aree, perché in essa aree ed angoli non si corrispondono. È pure la ragione della preservazione della rotazione della Terra, anche se la sua velocità è rallentata per influsso della Luna (che in un anno si allontana di circa 4 centimetri, determinando annualmente un allungamento del giorno terrestre di 0,0000015 secondi per i principi suddetti di conservazione della quantità di moto e del momento angolare), per cui il giorno è passato dalle iniziali 8 ore alle attuali 24 (600 milioni di anni fa, in prossimità dell'esplosione vitale del Cambriano, il giorno terrestre era lungo 21 ore). Verso la fine del sistema solare la rotazione completa durerà come un mese oggi, con 15 giorni (di 24 ore) consecutivi di luce, seguiti da 15 giorni di buio notturno; anche la Terra rivolgerà alla Luna sempre la stessa faccia. La misurazione precisa dei 3,8 centimetri deriva dal fatto che Buzz Aldrin nel primo allunaggio nel "mare della tranquillità" (seguito dagli astronauti dell'Apollo 14 e 15 che l'hanno fatto in altre zone lunari) ha piazzato il *Lunar Laser Ranging*, un pannello quadrato di mezzo metro di lato orientato verso la Terra: i suoi cento specchietti retroriflettori al quarzo sono in grado di riflettere con elevata efficienza i raggi-laser sparati da Terra e rimandarli al mittente lungo la direzione da cui arriva. Il tutto in due secondi e mezzo: conoscendo la velocità della luce, ciò permette di determinare con precisione sia la distanza della Luna che la sua orbita: sulla base dei parametri orbitali (della gravità e della relatività generale), si ritiene che la Luna abbia un nucleo liquido pari al 20% del suo raggio (cfr Tuttoscienze del 17 Luglio 2019, p. 32).

⁷² Non è poi così decisivo che le leggi siano là fuori [nel qual caso è tutto ok] o solo nella nostra mente, come pensava il kantiano Einstein definendo le grandi teorie come libere creazioni dello spirito umano, poiché le grandi leggi (teorie) devono essere comunque *isomorfe* alla realtà, la devono spiegare e di essa devono rendere conto anche se non ne sono la fotocopia...[non si può dire quel che si vuole *ad libitum*].

seria, poiché non lasciano le possibilità nel vago, bensì le quantificano in maniera abbastanza precisa; non sono per nulla una “lotteria” (come invece spesso sono definite). Mentre materia, energia (quella classica, sia libera che condensata, legata negli atomi e molecole) e lavoro vengono dopo, una certa informazione è già contenuta nello ST originario con una sua energia *potenziale* di base, ossia nelle diverse regioni spazio-temporali che con le loro differenti ontologie costituiscono la condizione di possibilità della futura crescente complessità sempre più raffinata: le regioni vuote non sono quindi totalmente omogenee, indeterminate e indistinte (come dicevamo sopra a proposito di Anassimandro), bensì contengono già un risvolto di differenziazione nelle condizioni sia intrinseche che al contorno. Già l'universo abiotico contiene informazione nascosta nella sua bassa entropia [alcuni definiscono l'entropia come informazione nascosta], che promette e promuove sviluppo. A maggior ragione la natura biotica è in grado di produrre, immagazzinare, conservare e (ri)elaborare informazione sempre più complessa secondo quella che, con Kauffman, abbiamo chiamato quarta legge-principio della termodinamica. Per dirla con le parole di Eberhard Jüngel, siamo sotto il primato ontologico della possibilità⁷³, un *plus* ontico, un di più, non un di meno. Nella e sulla supremazia del possibile si fonda la pensabilità di Dio. Ovviamente in tale quadro si abbandona l'attributo tradizionale divino dell'immutabilità, ossia l'atto puro di provenienza aristotelica, senza potenzialità, e si pensa l'essere di Dio nel divenire: *Gottes Sein ist im Werden*⁷⁴: proprio perché lottando va nel nulla, l'essere di Dio è nel divenire e nella storia, che è l'essenza del possibile, del contingente e della caducità⁷⁵. Sembra perciò che l'essenza del divenire, cioè del cambiamento radicale, stia nella selezione fra le varie possibilità, cioè nell'attualizzazione di reali potenzialità, in una emergenza ontologica che è il fondamento stesso della realtà del tempo e non può ridursi ad una semplice ontologia di cose o di eventi⁷⁶ [noi abbiamo parlato e parleremo sì di eventi, ma essi si aggiungono in modo secondario, “vengono dopo” a inserirsi nei/sui momenti]. Siamo nell'ambito dello sfondamento del nulla per far traboccare l'essere, nella lotta contro il nulla in cui si compie l'essere divino in quanto creatore⁷⁷; Dio è l'essere traboccante, la cui ricchezza non è un possesso ma un traboccare, una comunicazione di sé. Dio, nel suo «a se in nihilum ex-sistere», nel suo andar-fuori-di-sé e al di là-di-sé nel nulla, viene ad essere il principale *avversario del nulla*, una eterna riduzione del nulla⁷⁸. Proprio in ciò si dimostra creativo e creatore, il che rende maggior giustizia sia alla divinità che all'umanità di Dio.

⁷³ In perfetta linea con la già citata frase-chiave della filosofia del '900, ossia con l'heideggeriana «Höher als die Wirklichkeit steht die Möglichkeit», «Più in alto della realtà si trova la possibilità», secondo cui l'esserci umano è le sue possibilità. Stranamente poi, mentre valutiamo da una parte positivamente la *possibilità*, dall'altra indietreggiamo quasi impauriti di fronte alla *probabilità*, confondendola erroneamente col puro caso stocastico, l'equivalente moderno del mostruoso caos mitico (cfr il prossimo paragrafo). Ma le probabilità non fanno altro che quantificare in modo più preciso le possibilità.

⁷⁴ E. JÜNGEL, *L'essere di Dio è nel divenire*, Due studi sulla teologia di Karl Barth, Marietti 1986 (collana “Dabar” 10); prima edizione tedesca nel 1964, J.C.B.Mohr, Tübingen 1976³.

⁷⁵ EBERHARD JÜNGEL, *Dio, mistero del mondo*, Queriniana-Brescia 1982, BTC 42, p. 295

⁷⁶ MASSIMO PAURI, La descrizione fisica del mondo e la questione del divenire temporale, in «Filosofia della fisica» (a cura di G. Boniolo), Edizioni Scolastiche Bruno Mondadori, Milano 1997, 245-333 (Abbrev.: Pauri...), p. 279

⁷⁷ E. JÜNGEL, *Dio, mistero del mondo*, op. cit., pp. 293-296.

⁷⁸ JÜNGEL, *ivi*, 293.

[Fine della prima sezione della prima parte]

Questa prima parte è divisa in due sezioni: 1^a (par. 1-5), e 2^a (par. 6-12).

Le abbreviazioni sono in fondo alla seconda sezione

INDICE DELLA PRIMA SEZIONE

1. GENESI 1-11 (pp. 1-12)
 - 1.1 Cronologia
 - 1.2 Demitizzazione
 - 1.3 Quando non c'era ancora...
 - 1.4 Frutto di un atto decisionale
2. SPAZIO-TEMPO NELLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ (pp. 13-18)
3. EVOLUZIONE CREATIVA, SELEZIONE CIECA (pp. 18-52)
 - 3.1 Vincoli, necessità nei primordî (pp. 25-29)
 - 3.2 Vincoli, necessità in fase avanzata (pp. 29-48)
 - 3.2.1 Mente e cosmo, massa-energia, sino al settimo cielo
 - 3.3 Internalismo emergentista (pp. 49-52)
4. COSTITUENTI PRIMI ED ULTIMI DELL'UNIVERSO (pp. 53-69)
 - 4.1 Marmo pregiato e legno scadente (pp. 58-69)
5. CREAZIONE COME DISPIEGAMENTO DELLO SPAZIO-TEMPO (pp. 69-72)

Torino, 4 Agosto 2019, anniversario del mio matrimonio con Daniela, e *dies natalis* di mia madre Ilva.

Mauro Pedrazzoli