

STORIA LAMPO DELLA SCIENZA

Di D.E.



La cosiddetta “incisione di Flammarion” (1888).

*https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Flammarion_Woodcut_1888_Color_2.jpg
By Anonymous [Public domain or Public domain], via
Wikimedia Commons*

I. Ieri

Il mondo che ci circonda non l'abbiamo costruito noi, bipedi figli del Novecento. Ciò vale tanto per gli aspetti fisici quanto per quelli intellettuali. Nel corso dei secoli si sono create diverse scienze per rispondere a diversi gruppi di domande. Le domande avrebbero forse potuto essere diversamente raggruppate o suddivise, ed avremmo scienze diverse. O altri popoli avrebbero potuto porsi altre domande, e avremmo scienze ancora diverse, focalizzate su altri problemi. Ora il mondo intero ha accettato lo schema scientifico occidentale ed abbiamo quel che abbiamo. Perché il modello occidentale ha convinto gli altri? Perché ha prodotto "di più". Ma perché ha prodotto di più? Probabilmente perché era basato sull'apporto di diverse culture geograficamente vicine e su una civiltà cittadina, che permise l'esistenza di "scienziati" a tempo pieno. L'apporto di diverse culture, che quasi necessariamente sono in costante evoluzione, per lo più col lodevole scopo di sopraffarsi vicendevolmente, sembra necessario: in Cina ci furono scienziati a tempo pieno, ma c'era un'unica cultura.

L'Astronomia è probabilmente la seconda professione più antica del mondo, gli Egiziani risolvevano problemi di geometria pratica, i numeri affascinarono

gli uomini vari secoli prima di Euclide. Agli Indiani, in particolare, piacevano i grandi numeri. Anche se le osservazioni astronomiche tanto in Occidente quanto in Oriente venivano fatte per avere qualche indicazione sul futuro, uno ha sempre il sospetto che questo fosse solo un pretesto (tutti devono pur vivere), ma che in fondo l'astrologo ubbidisse ad una sua vocazione, perché era attratto dalla bellezza di quello che vedeva. *Cosmos* per i Greci voleva dire universo, ordine, bellezza. Un intervistatore di una TV americana, presentando un grande cosmologo, lo chiamava "cosmetologo". Era davvero peggio dei suoi colleghi italiani che di tanto in tanto chiamano "astrologi" gli astronomi?

Ma qual era il problema che più interessava gli astronomi dell'antichità, a parte il mettere insieme una colazione e una cena? Risponde un giovane astronomo dilettante che scrisse nel 1813 la sua "Storia dell'Astronomia": "La questione della pluralità de' mondi può dirsi la più famosa e la più insolubile di tutte le questioni". Aggiunge che secondo Petrone di Imera tali mondi erano 183, ma non tutti erano d'accordo. Cita una ventina di illustri fautori antichi della pluralità di mondi abitati da genti simili a noi, incominciando con Orfeo e terminando con Neocle Crotoniate (chi non lo conosce?) I "moderni" da lui citati sono ancora di più. Sembra insomma che l'idea dell'unicità di questo nostro mondo sia sempre stata minoritaria fra i dotti.

Plinio e il giovane autore della Storia dell'Astronomia (che era poi Giacomo Leopardi) ritengono che porsi questo quesito sia comunque una perdita di tempo. Per altri, invece, non era così: a una signora che, in un salotto, gli chiedeva se secondo lui esisteva la vita su Marte, Camille Flammarion (1842-1925) rispose: "Non lo so". "Ma, insisté la signora, esiste la vita su un altro pianeta?". L'astronomo ripeté: "Non lo so". Infine, la signora sbottò: "Ma allora, a che cosa vi serve la vostra scienza?". "A dire il vero, non lo so", fu la soave risposta di Flammarion (1).

I Greci erano attirati dall'astratto, e gli "Elementi" di Euclide (fiorì intorno al 300 aC) si occupano di enti ideali, il punto, la retta, il piano, i poligoni, la sfera, i poliedri.. Ma la sistemazione che Euclide diede alla matematica classica rimase inespugnabile fino al primo Ottocento.

C'erano anche quelli che erano attirati dalla materia. Una chimica pratica esisteva, e diversi processi fisico-chimici risalgono all'antichità, dalla metallurgia alla tintura dei tessuti alla cucina (l'invenzione della cottura a bagno-maria è attribuita alla sorella di Mosè, che appunto si chiamava Maria), mentre la teoria veniva riservata agli alchimisti. Trasformare altre sostanze in oro era l'obiettivo ultimo, e per lo stesso prezzo si pensava che si sarebbe ottenuto anche l'elisir di lunga vita. Questo era un prodotto per re, e

ci si provarono in tanti ad ottenerlo, re da una parte, studiosi avidi dall'altra, dall'Europa alla Cina. Il "Primo Imperatore" della dinastia Qin (c. 259-209), quello dei guerrieri di terracotta, era ossessionato dalla paura della morte. I Cinesi affermano che per cercare la droga dell'immortalità alla fine fu inviata verso Est una spedizione che si guardò bene dal tornare, ma colonizzò il Giappone, idea non del tutto condivisa dai Giapponesi e poco applaudita dai popoli vicini. I medici Egiziani non furono diversi da quelli di tutto il mondo e di tutti i tempi. Soltanto, avevano lo handicap di non poter tradurre i nomi delle malattie in greco. Niente rinite per chi aveva il raffreddore, niente cefalea per chi aveva il mal di testa o gastralgia per chi aveva il mal di stomaco. Le tariffe dovevano quindi essere più basse. La farmacologia è antichissima, ed i medici sperimentavano con tutti i farmaci che potevano immaginare. Ogni tanto l'esperimento falliva, loro seppellivano i loro errori e poi pazientemente ricominciavano. Questo avvenne fino ai nostri tempi. Ogni volta che una nuova sostanza veniva scoperta, e poteva essere un nuovo elemento chimico o una nuova pianta esotica, la si sperimentava *in vivo* anche in medicina. Paracelso (Teofrasto Bombasto di Hohenheim, 1493-1541), era fissato con l'antimonio. George Berkeley (1685-1753) con l'acqua di catrame ("*tar water*"), inequivocabile espressione dell'anima del mondo. Povero Berkeley! Voleva fondare una università alle Bermude per i

giovani indiani d'America promettenti, e non aveva previsto che il “manifesto destino” degli USA si sarebbe occupato in modo definitivo dei suoi potenziali allievi. Nell'Ottocento i poveri venivano uccisi dalla sporcizia ed epidemie connesse, i ricchi dalle sperimentazioni dei medici. Nel primo Novecento la Coca Cola esisteva già e conteneva corroborante cocaina, che fu poi quietamente tolta dall'elenco degli ingredienti e sostituita da acido fosforico e caffeina, politicamente più corretti. Negli anni Trenta veniva venduta a caro prezzo acqua radioattiva, contenete Radio e Torio, che – dopo un primo effetto positivo – faceva ancora di meglio, mandando celermente il bevitore in un mondo migliore (un caso famoso fu quello di Eben Byers, accanito bevitore di Radithor, morto nel 1932). Negli anni '50-60, il quadrante luminoso di alcuni orologi era radioattivo al punto da diventare visibile radiologicamente, scolpito nelle ossa del braccio. Ma intanto, che decotti di corteccia di salice facessero passare la febbre, anche se rovinavano la digestione, lo sapevano già i medici dell'antichità. La prima medicina sintetica, l'aspirina, fu chiamata acido salicilico, e le sue proprietà non sono ancora tutte esplorate.

L'uomo temeva le grandi catastrofi naturali e non sapeva come prevederle.

Nel Cinquecento incominciò la storia della Fisica teorica, con la meccanica, una “scienza nuova”, come la chiamò Galileo (1564-1642). Anzi, Galileo nel titolo del suo libro sul soggetto (1638) fa riferimento a due scienze nuove, l’una essendo la meccanica, l’altra la scienza delle costruzioni. A mio parere, la più importante osservazione di Galileo fu che *“La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l’universo), ma non si può intendere se prima non s’impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, nè quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica...”* (Il Saggiatore, 1623), concetto destinato a restare per sempre con noi. Isaac Newton sale, come dice lui, sulle spalle di giganti per vedere lontano (i giganti erano talmente alti che solo lui ci poté salire) dandoci le sue tre leggi che per cento anni furono largamente sufficienti. Però, il principio di minima azione, con le sue varianti in meccanica (Maupertuis (1698-1759), Euler (1707-1783), Lagrange (1736-1813) ed altri fino ad Hamilton (1805-1865)), creò un problema filosofico: come fa un sistema meccanico a regolare il suo moto naturale come se sapesse che alla fine dell’intero processo avrà minimizzato una poco intuitiva grandezza, chiamata *azione*? Infischiandosi di tutto ciò, un secolo dopo Galileo (1725) un altro italiano, Giambattista Vico (1668-1744), introdurrà una terza “scienza nuova”, la storia, che in questo saggio lasceremo in pace.

Intanto entravano in funzione i cannocchiali, e quasi allo stesso tempo i microscopi. Gli uni furono il motore dell'astronomia, gli altri della biologia, a cominciare dalle dettagliate, a dir poco, osservazioni di Anton van Leeuwenhoek (1632-1723). I medici avevano avuto la loro rivoluzione con l'anatomia. Secoli dopo, la Cina doveva decidersi ad abbracciare la scienza occidentale partendo dalla matematica e dall'astronomia (di cui appresero i principi dai missionari gesuiti), il Giappone partendo dall'anatomia (1771, con l'aiuto dei medici al seguito dei mercanti olandesi). Perché questa fioritura di scienza a partire dal Cinquecento? Non è chiaro. Caso? Maggiore ricchezza e nuovo spirito capitalistico? Libertà di pensiero dovuta alla Riforma? Nuove scoperte geografiche, nuovo impulso alla navigazione e scienze connesse? Nuovi continenti ricchi di nuovi prodotti? Forse di tutto un po'. Ad esempio, il problema della determinazione della longitudine, essenziale per la navigazione, fu uno stimolo per l'astronomia, la meccanica, la fantasia. Fu sostanzialmente risolto da John Harrison (1693-1776) con i suoi cronometri marini verso la fine del Settecento. Morivano – si fa per dire - l'astrologia e l'alchimia, lasciando in dignitosa povertà le loro eredi, l'astronomia e la chimica.

In compenso, la fioritura della meccanica classica continuava impavida, mentre la matematica

raggiungeva nuove altezze con l'invenzione del calcolo infinitesimale. Quest'ultimo permetteva di ottenere spettacolosi risultati, ma i matematici si rendevano ben conto del fatto che le basi del metodo traballavano. Molti tra loro erano convinti che metodi incerti portassero a risultati certi e confermati dalla natura solo per "l'infinita bontà di Dio" (2).

In compenso, nel primo Ottocento l'inespugnabile Euclide fu espugnato e furono introdotte "geometrie non euclidee", per le quali non vale il cosiddetto Quinto Postulato, secondo il quale, dati una retta r ed un punto P fuori di essa, per il punto P passa una e una sola retta parallela alla retta data. Gauss (1777-1855) ci lavorò intorno al 1813, ma se ne stette zittino, perché temeva "lo schiamazzo dei Beoti". Bolyai (1802-1860) e Lobacevskij (1792-1856) esplorarono geometrie in cui le parallele alla retta r passanti per il punto P sono infinite, e infine Riemann (1826-1866) portò ben più avanti il discorso della geometria, introducendo *en-passant* una terza geometria non euclidea, nella quale per il punto P non passa alcuna parallela alla retta data.

Aristotele aveva incominciato a mettere la zoologia su basi razionali, ed aveva già decretato che la balena ed il delfino non sono pesci (Melville nel lunghissimo capitolo 32 del suo *Moby Dick* spenderà molte parole per dimostrare il contrario). Il Settecento e

l'Ottocento furono i tempi in cui ebbero inizio le grandi classificazioni, animali, vegetali, minerali, anche storiche, se vogliamo, mentre la geologia incominciava a ricevere attenzione da parte dei dotti, e l'epoca della creazione si allontanava frettolosamente all'indietro nel tempo. Pierre Simon de Laplace (1749-1827), alla fine del Settecento, non solo cercò di immaginare l'origine dell'universo (un po' dopo, e forse indipendentemente da tale Immanuel Kant (1724-1804), che aveva altri destini), ma provò anche a prevedere l'astronomia del futuro. Predisce i buchi neri, ma non vide un futuro esaltante, anche perché non aveva predetto nè la spettroscopia nè la fotografia. La prima, ci confortò dicendoci che le galassie più lontane sono fatte della stessa materia con la quale abbiamo familiarità, la seconda, con le sue lunghe esposizioni, mise in evidenza dettagli invisibili ad occhio nudo.

Nel primo Ottocento muoveva i primi passi la scienza della termodinamica e l'entropia incominciava ad angosciare gli studenti di ingegneria. L'ingegneria e la rivoluzione industriale vanno di pari passo, dapprima con le macchine a vapore. Ecco una sfida, comprendere i principi della termodinamica. Certo, se fossero ben compresi, non si sentirebbero tante sciocchezze quando si parla della crisi energetica a cui va incontro l'Italia, e dei modi per risolverla.

Intanto Michael Faraday (1791-1867), capofila di molti scienziati, è un accanito sperimentatore, e

James Maxwell (1831-1879) teorizza. Il primo unifica elettricità e magnetismo sperimentalmente, il secondo teoricamente, introducendo le sue quattro equazioni (più una per la forza elettromagnetica). Con tre equazioni di Newton, due principi di termodinamica e quattro equazioni più una di Maxwell la rivoluzione industriale galoppa verso fine Ottocento. Si sviluppano motori elettrici, si predicono e poi si rivelano le onde elettromagnetiche, e si trova che si propagano alla velocità della luce. La luce è dunque un' *onda* elettromagnetica? Be', sì.

I chimici accettano il concetto di atomo e sviluppano una loro teoria atomica. Un illustre fisico (R. Feynman) scrisse (1964) che se ci dovesse essere una catastrofe della civilizzazione e si potesse salvare una sola teoria, varrebbe la pena salvare, tra tutte, l'ipotesi atomica.

La tavola del sistema periodico (Mendelejev, 1834-1907), monumento ottocentesco della chimica, potrà forse essere spiegata? A partire da John Dalton (1766-1844) e Amedeo Avogadro (1776-1856) non passa neanche un secolo, ed alla fine il fisico Rutherford (1871-1937), che trasformerà un elemento in un altro (ma solo pochi nuclei per volta), avrà giustamente il premio Nobel 1908 per la *chimica*, per aver finalmente realizzato il sogno dell'alchimista (anche se in modo praticamente inutilizzabile).

Intanto i chimici sintetizzano nuove medicine, le prime sintesi che siano guidate da un principio

razionale. Se si trova un colorante che colora soltanto un particolare batterio, si può anche sintetizzare una medicina che attacchi quel particolare batterio. Paul Ehrlich (1854-1915) è il capofila della chemioterapia, e Camillo Golgi (1843-1926) ebbe il premio Nobel 1909 per un “colorante” (che portava il curioso nome di Reazione Nera).

Alla fine dell'Ottocento la scienza è in pratica sistemata nelle sue grandi linee, compresa l'anatomia, anche microscopica se non molecolare. Le grandi classificazioni di animali, piante, minerali sono fatte o almeno messe su basi sicure. Questo anche grazie alla teoria dell'evoluzione di Charles Darwin (1809-1882), che permette una sistemazione razionale del concetto di specie e dell'origine della specie. Ma poche teorie diedero e danno ancora tanto da discutere quanto la teoria dell'evoluzione. Forse mai tanti scienziati e filosofi fraintesero in tanti modi una teoria scientifica in così poco tempo. Ad ogni modo, come si è visto, si può dire che nell'Ottocento-Primo Novecento gran parte della scienza fu dovuta alla rivoluzione industriale. Gli scienziati dovevano anzitutto inventare cose utili. Se per arrivare all'invenzione dovevano prima sviluppare teorie più generali, tanto peggio per loro, e tanto meglio per la scienza.

Giova qui notare un'altra invenzione, diciamo, para- o extra-scientifica: quella del Premio Nobel (1895),

originariamente destinato agli studiosi che dovevano spendere il loro capitale per pagarsi le ricerche. Gli effetti positivi furono molti, in quanto il Premio esercitò una costante spinta verso la scoperta scientifica e indirizzò molti giovani verso la scienza. Ma non mancarono gli effetti negativi, che a poco più di un secolo dall'istituzione mi pare stiano incominciando a prevalere, ed apparvero dapprima nei premi "umanistici" (Letteratura e soprattutto Pace). Le critiche si accumulano (ovvi errori, clamorose omissioni, sacrificio deliberato di decine di appartenenti a gruppi di ricerca i cui tre leader sono i soli ad essere premiati, peso delle considerazioni geopolitiche, peso della divisione in settori di ricerca che devono aspettare, e necessariamente dovranno avere, il loro turno, a meno dell'interferenza di sensazionali scoperte ormai sempre più rare). Ma le critiche non possono essere smaltite col tempo, per cui non è escluso che logicamente il Premio Nobel decada schiacciato dal loro peso. Quanti anni di vita avrà ancora?

Un'altra osservazione da farsi sulla scienza in generale e sulla scienza ottocentesca in particolare è che noi ricordiamo solo le discipline che sono riuscite a far parte della scienza ufficiale, mentre esse erano una minoranza in un giardino fiorito di pseudoscienze, di sviluppi sbagliati di teorie corrette, di concezioni completamente erranee, di invenzioni che non funzionarono mai, che avevano però migliaia di

seguaci, anche di una certa cultura. Penso risultassero dal fatto che nell'Ottocento non erano richiesti grandi capitali per sviluppare invenzioni e non esistevano sistemi ufficiali di accreditamento o screditamento di teorie scientifiche. Si ebbero così telepatia, frenologia, la teoria della Terra piatta, e, ancor meglio, della Terra cava, la radioestesia, la piramidologia, le varie teorie sull'Atlantide e altri mondi scomparsi, le teorie dei molti oppositori di Einstein, l'astrologia, lo spiritismo, la grafologia, insieme a una schiera di teorie pseudomediche, pseudodietetiche, pseudodiagnostiche. Il lettore curioso può vederne un interessante elenco nel libro di Martin Gardner "*Fads and Fallacies in the name of Science*" (1952), che, strettamente parlando, non si riferisce unicamente all'Ottocento.

D'altra parte la storia della scienza non è una scienza esatta, e la medaglia ha un suo rovescio. Sovente tarda o viene omesso il riconoscimento dei precursori. Mendel (1822-1884) fondò la genetica, ma le sue leggi dovettero attendere il 1900 per essere riscoperte; Padre Secchi (1818-1878) fu uno dei padri dell'astrofisica e fondò insieme a Tacchini nel 1871 la società degli spettroscopisti italiani, il cui organo (*Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, 1872) può chiamarsi a buon diritto il primo giornale di astrofisica del mondo (lo stesso *Astrophysical Journal* iniziò le sue pubblicazioni nel 1895). Ma questo, fuori d'Italia, ben pochi lo sanno.

Agli inizi del 1900, l'uomo poneva le basi teoriche della meteorologia, scopriva la deriva dei continenti, che permetteva di re-inventare la geologia, ma continuava a temere le grandi catastrofi naturali e non sapeva come prevederle. Intanto scopriva sempre nuovi fossili e sviluppava la paleontologia. L'epoca della creazione del mondo continuava ad allontanarsi nel passato. Lord Kelvin (1824-1907), nello stesso periodo, aveva un grosso problema: sia gli archeologi con i loro antichissimi fossili, sia i fisici con i loro lunghissimi tempi di decadimento di materiali radioattivi, richiedevano una età della Terra molto maggiore di quella che la fisica del tempo consentiva al Sole. Dunque le stelle dovevano vivere assai più a lungo di quanto si potesse dedurre dalla loro luminosità (la spesa di energia) e dalla loro eventuale riserva dei più potenti combustibili immaginabili. Da dove prendevano la loro energia le stelle?

La fisica è in prima linea. Restano da spiegare due o tre cosette ed i fisici si domandano preoccupati che cosa faranno poi. Ma perché se si fa passare attraverso un prisma luce emessa da una sostanza, per esempio vapori di sodio, si vede che la sostanza emette solo a determinate lunghezze d'onda? Perché se si lasciano minerali di Uranio su una lastra fotografica, questa viene impressionata? Perché la velocità della luce nel vuoto sembra essere costante, indipendentemente dal

moto della sorgente? Le risposte a queste tre domande non furono date in tre parole o tre formule, ci vollero tre intere nuovissime scienze. La prima domanda ottenne una risposta attraverso la meccanica quantistica. La seconda ottenne come risposta la fisica nucleare, ancora sulla base della meccanica quantistica. La terza ebbe come risposta la teoria della relatività ristretta. Non che fosse tutto chiaro. La relatività ristretta, pur non richiedendo nei suoi fondamenti una matematica superiore alle equazioni di secondo grado, è tutt'ora ignorata dalla massima parte del genere umano. La meccanica quantistica dava risultati evidentemente e sorprendentemente corretti, ma passando attraverso una serie di concetti matematici e di equazioni la cui interpretazione era quanto meno oscura, e fu discussa per decenni. Incidentalmente, mentre il Gatto di Schroedinger stava ben zitto nella sua buia scatola al solo scopo di confondere i suoi Gedanken-sperimentatori, l'Italia non partecipava a questa discussione. Conclusione? L'interpretazione resta oscura: i fenomeni del mondo microscopico quantistico sono sostanzialmente diversi e non paragonabili a quelli del mondo macroscopico in cui viviamo. Essi coinvolgono entità che sono al tempo stesso onde e particelle, come la luce, che a seconda degli esperimenti che facciamo si comporta come onda elettromagnetica o come flusso di fotoni (particelle). I nostri sensi non percepiscono appieno questi fenomeni e vanno sostituiti o estesi con

complessi e costosi esperimenti. La meccanica quantistica è come uno strumento funzionante, ma incomprensibile, come probabilmente lo è per il guidatore la centralina elettronica di un'automobile ultimo grido. Occorre abituarsi a questa situazione, non c'è altro da fare - e come si vede, ci riusciamo bene.

L'astronomia intanto si dibatteva con il problema delle dimensioni e dell'età dell'universo, problemi troppo presto dichiarati insolubili. D'improvviso, però, si intravide la possibilità di una risposta attraverso una filiazione/estensione della relatività ristretta (1905), la relatività generale (1915). Edwin Hubble (1889-1953), provvide i dati fondamentali nel 1929. Sia l'una che l'altra teoria della relatività sono dovute, è inutile dirlo, ad Albert Einstein (1879-1955).

Molti fisici di quel tempo subirono un destino comune. Albert A. Michelson (1852-1931) ed Edward W. Morley (1838-1923), che volevano misurare la velocità della Terra rispetto all'etere (ora sappiamo che è zero, anche perché l'etere non c'è), erano amaramente delusi per non averne rivelata altro che una piccola parte, a cui si aggrapparono disperatamente. Hubble ebbe inizialmente l'impressione che l'universo fosse in una fase di contrazione. Einstein fece di tutto per ottenere dalle sue equazioni un universo eterno e stazionario. I

primi avevano visto troppo perché avevano trascurato alcuni effetti spurii, il secondo aveva estrapolato un risultato valido solo per le galassie più vicine. Il terzo voleva un universo che nel mondo della scienza fosse politicamente corretto. Eppure un universo finito nel tempo poteva spiegare senza troppe acrobazie un problema che tutti hanno davanti agli occhi, ma quasi nessuno si pone, perché di notte il cielo sia nero (paradosso di Olbers, formulato nel 1826). Ma non importa: una volta provveduta una corretta interpretazione, le osservazioni di Hubble permisero di definire una scala di distanze per l'universo, che si spinge fino ai confini estremi, anche se al prezzo di viaggiare all'indietro nel tempo.

Fisica e Cosmologia dominarono il mondo intellettuale – e non solo quello - per i primi sessant'anni del XX° secolo. Il mondo intero tratteneva il fiato alle immagini provenienti dal mitico osservatorio di Monte Palomar ed alla notizia dei primi esperimenti nucleari. Ci avrebbero distrutti i marziani, come scriveva H.G. Wells già nel 1897, o avremmo tolto l'incomodo da soli?

A partire dagli anni trenta la fisica era passata a studiare dimensioni sempre più piccole, ed era già entrata nel nucleo. Infine, negli anni Cinquanta, si focalizzò sulle particelle elementari, che inizialmente

erano solo cinque o sei, di cui una, il neutrino, restò in fin dei conti solo un'ipotesi dal 1930 fino al 1956. All'inizio degli anni sessanta la fisica atomica teorica aveva ormai risposto ai problemi centrali della chimica teorica, che erano la spiegazione della tavola del sistema periodico e la natura del legame chimico. Molti erano già convinti del fatto che la biologia, a sua volta, potesse risolversi nella chimica, e che la vita non richiedesse uno speciale principio vitale, come taluni filosofi avevano voluto per secoli ed altri ancora volevano.

Le particelle incominciarono a proliferare con il progresso di nuove macchine che bombardavano con particelle di energie sempre più alte nuclei e particelle, creando nuove particelle. Ma perché per progredire in questi studi dobbiamo bombardare particelle con altre particelle di energia sempre più alta? Per la relazione fra lunghezza d'onda di una particella studiata come onda e la sua energia, anzi, il suo momento, se è studiata come particella. Alte energie corrispondono a brevi lunghezze d'onda, e per osservare oggetti occorrono sempre lunghezze d'onda inferiori alle dimensioni dell'oggetto. Resta il fatto che, come disse un illustre fisico, studiare un nucleo atomico bombardandolo con particelle è come cercare di capire come funziona un pianoforte lanciandogli dei mattoni in una stanza buia (se possibile, non quella del Gatto). Strano che con questo sistema si siano nondimeno avute importanti informazioni.

Venne chiarito il fatto che esistono essenzialmente quattro forze che agiscono sulla materia, e la loro intensità è espressa in termini di “costanti di interazione”. Tra l’altro, questo spiega perché la fisica delle particelle elementari sia così affascinante per i fisici: a questo livello sono sempre attive due o tre forze, con produzione di fenomeni complessi, mentre su scala umana tutto può essere spiegato – almeno in linea di principio - con l’interazione elettromagnetica e un poco di interazione gravitazionale. Sulla scala dell’universo, poi, basta la gravitazione universale, se non vogliamo ficcare il naso nel brevissimo tempo che seguì la formazione dell’universo.

La fisica nucleare diede finalmente la risposta al problema di Lord Kelvin: d’onde viene l’energia delle stelle? La risposta è che le stelle sono reattori a fusione, del tipo che noi tentiamo da decenni di mettere insieme, senza riuscire. Veramente no, dice qualcuno che la fusione è “dietro l'angolo”. L'angolo però si allontana progressivamente, e la fusione è sempre là, che corre per raggiungere l’angolo e nascondersi dietro il medesimo. Da parte loro, le stelle, oltre a produrre energia, fabbricano nuovi elementi.

A questo punto (seconda metà degli anni Sessanta) venne compiuto un grande tentativo. Ridotte a poche le costanti essenziali della Natura (costanti di interazione e masse delle particelle “fundamentali”, o

meglio, stabili) il sogno del fisico teorico fu quello di dimostrare che queste costanti fisiche derivano in modo diretto, unico e necessario da costanti matematiche. In questo modo la matematica determinerebbe in modo univoco la Natura intera, perché la fisica determinerebbe la chimica e la chimica la biologia. I tre regni (minerale, vegetale, animale) si ridurrebbero ad un unico regno, quello del numero, che inevitabilmente includerebbe fisica, cosmologia e astronomia. Chissà, a sua volta la biologia potrebbe determinare l'intelligenza. Tutto a portata della nostra ragione trionfante. Poi il fisico si potrà riposare, avendo in certo senso concluso il programma intravisto dai Greci, per cui *Physis* era la natura, e quindi la fisica era la scienza della natura per eccellenza. Tra l'altro questo giustificerebbe una interpretazione platonica dei numeri, che è creduta – senza che però sia detto ad alta voce - dalla gran parte dei matematici. I numeri sarebbero entità incorruttibili ed eterne, ed avrebbero un'esistenza indipendente dalla nostra ragione. Chiaramente, se la matematica fosse la sola chiave per la comprensione dell'universo, ogni specie in grado di spiegarsi l'universo, ovunque essa sia, e comunque sia fatta (essere umano, rettile, sciame di microorganismi pensante collettivamente) dovrebbe basarsi sulla stessa matematica. Galileo Galilei, come si è detto, trionferebbe.

Gli anni cinquanta vedevano circolare strani racconti di fantascienza e di spionaggio. Dischi volanti, Seleniti, Marziani, Venusiani. Il Far West andava nello spazio, ma era destinato ad estinguersi con lo sbarco dell'uomo sulla Luna (20 luglio 1969), argentea ma disabitata, e con le prime foto *a colori* da Marte (Viking 1, 20 luglio 1976), rosso, e probabilmente morto, in cui restava poco posto per le fantasie di H.G.Wells e di C.S. Lewis e soprattutto Ray Bradbury e dei loro successori.

Però, l'Uomo trionfante, perso qualche sogno, può lasciare la Terra e muovere alla conquista del cosmo. Konstantin Tsiolkovsky aveva scritto nel 1911: "La Terra è la culla dell'umanità, ma non si può vivere sempre nella culla". Vero, ma subito si vedono i confini: usciremo dalla culla, ma non lasceremo tanto facilmente la stanzetta del bebè. Viaggiare costa, per secoli non usciremo dal sistema solare, se mai lo faremo, e nel sistema solare il solo pianeta su cui valga la pena vivere è la Terra. Teniamocela da conto.

I racconti di spionaggio degli anni Cinquanta parlavano di scienziati che avevano "la formula". Ci voleva altro. Enormi sistemi dovevano essere messi in moto per finanziare e realizzare la ricerca bellica, ed il genere umano si doveva subire decine di esplosioni atomiche nell'atmosfera, in cui dollari sonanti andavano in fumo e venivano convertiti in fall-out radioattivo. Ai margini di questa spesa enorme,

restavano però grasse briciole per la scienza. La grande ricerca scientifica, soprattutto nucleare e particellare, esisteva, insomma, perché era in corso una guerra fredda. Più tardi la guerra fredda si spostò nello spazio e, di nuovo, la scienza poté sfruttare l'occasione. In conclusione, se la ricerca subnucleare prosperò con la guerra fredda, la ricerca spaziale nacque con la medesima.

Si aprirono nuove finestre per guardare l'universo. L'atmosfera ci protegge e lascia passare in pratica solo la luce visibile, permettendoci da sempre l'astronomia ottica. È un caso, ma non proprio; gli occhi si dovettero adattare alle condizioni dell'ambiente in cui si trovarono, altrimenti non sarebbero serviti a nulla. L'astronomia ottica dal suolo non sarebbe possibile su molti altri pianeti, per la presenza di una spessa atmosfera impenetrabile. Stesso problema se vivessimo nell'acqua. D'altronde onde lunghe, che passano attraverso l'atmosfera, richiedono occhi più grandi del nostro. Curiosamente, anche radiazioni di alta energia, che pure passano attraverso l'atmosfera, richiedono occhi più grandi del nostro, semplicemente perché sono meno intense – ci sono meno fotoni e bisogna aumentare l'area di raccolta. Invece l'infrarosso, ultravioletto, raggi X di bassa energia si osservano solo una volta che i nostri rivelatori sono al di sopra dell'atmosfera. Per il resto, radiotelescopi, telescopi ottici, grandi rivelatori di

raggi gamma sono efficaci dalla Terra. E verso il 1970 fu chiaro che diverse lunghezze d'onda, primi fra tutti i raggi X, potevano essere esplorate efficacemente solo con satelliti, decretando la fine dei razzi e il declino dei palloni stratosferici come mezzi di trasporto degli strumenti.

L'uomo scopriva la tettonica a zolle, metteva in orbita satelliti scientifici, meteorologici e di telecomunicazioni, ma temeva ancora le grandi catastrofi naturali e non sapeva ancora come prevederle. Anzi, i grandi terremoti produrrebbero sempre più vittime, perché la popolazione mondiale aumenta. Fortunatamente, in taluni Paesi più esposti, si è capito che una difesa dopotutto esiste ed è sempre più attuabile, e consiste nel costruire le case in modo antisismico.

Gli anni sessanta furono gli anni delle rivoluzioni. Disperazione dei fisici teorici: mentre il numero di particelle aumenta a dismisura, nessuno dei mezzi matematici disponibili sembra in grado di portare a compimento il programma dell'ultima riduzione. E falliscono gli schemi di unificazione della meccanica quantistica e della teoria della relatività generale in un'unica teoria. I fallimenti sono bilanciati da nuove scoperte.

Scoperta della radiazione di fondo: dunque l'universo ebbe un inizio, il Grande Botto ci fu davvero. Questo

non piacque ad alcuni scienziati per motivi ideologici, o anche perché un processo improbabile come la vita aveva bisogno almeno dell'eternità (o quasi) per verificarsi. Fu così montato ad hoc un ingegnoso modello dell' "Universo Stazionario", che doveva essere eterno, ma in trent'anni (il modello) era già stramorto.

Sviluppo dei calcolatori (anche questi un prodotto bellico): calcoli che erano stati abbandonati perché avrebbero richiesto secoli di lavoro a tutta l'umanità, divennero possibili in tempi accettabili. Diventò possibile anche dimostrare teoremi via computer. Scoperta delle pulsar (1967); scoperta dei "Lampi Gamma" (*Gamma-Ray Burst*) fatta anch'essa nel 1967, ma tenuta segreta per motivi militari fino al 1973.

Scoperta del codice della vita (1953): la vita è trasmissione di informazione. Ma non basta: per questo, anche una lapide tombale trasmette l'informazione. No, ci vuole trasformazione e diffusione dell'informazione. Si tratta di scoprire come l'informazione si materializzi in organismi viventi. Grandi calcolatori elettronici potranno elaborare metodi per analizzare l'informazione genetica. Da quando sulla Terra si formò il primo organismo capace di trasmettere e diffondere informazione, questo fu l'unico scopo degli organismi che noi diciamo viventi. Gli esseri viventi sono in gara per trasmettere e diffondere ciascuno il *proprio*

codice genetico. Nient'altro. Chi avrà diffuso di più il suo codice quando il Sole diventerà una stella gigante rossa avrà vinto - probabilmente niente e probabilmente senza gli applausi di un pubblico che non c'è. Sorpresa per chi ha frainteso in uno dei vari modi la teoria dell'evoluzione: gli organismi più semplici, i batteri, convivono con i più evoluti, come l'uomo, e sono assai più numerosi, e si trovano quasi ovunque. Insomma, hanno già vinto, fin da principio. Ma perché si sono prodotti organismi più evoluti, se non hanno avuto maggior successo? Anche qui, una domanda che tormenta l'umanità da millenni trova una risposta. Domanda: È nato prima l'uovo o la gallina? Risposta: la gallina non è altro che un congegno complicato inventato dall'uovo per produrre un altro uovo. Il codice genetico incluso nell'uovo dà anche le istruzioni per costruire la gallina. La gallina è uno strumento, che dà certe garanzie di produzione e protezione dell'uovo, che in certi casi possono fare gli interessi dell'uovo.

Negli anni Ottanta i Governi scesero in campo per finanziare la ricerca a scopo pacifico. Il successo economico statunitense veniva attribuito alla ricerca di base, che era stato un prodotto secondario della guerra e della guerra fredda. I vari Paesi si convinsero che si sarebbe potuta finanziare direttamente una ricerca per la scienza o per l'economia, anziché per la guerra. Ciò sarebbe costato meno e sarebbe stato

moralmente più accettabile. Si concluse che una ragionevole cifra per la ricerca si doveva aggirare, nei Paesi sviluppati, intorno al 3% del PIL. In caso di crisi economica, le prime ispirazioni dello Stato sono metter le mani nelle tasche dei cittadini e tagliare i fondi per la ricerca. Come risultato, vari Paesi, tra cui l'Italia, non possono dire se un investimento del 3% abbia portato i risultati sperati, semplicemente perché ne sono stati sempre lontani. Ma progredire costa ed il problema è che anche il tre per cento del prodotto interno lordo mondiale è destinato ad essere insufficiente per produrre nuovi mezzi per la ricerca scientifica. Un esempio lo si vede nel campo degli acceleratori di particelle: gli Stati Uniti hanno già rinunciato a costruire la loro macchina (Super Conducting Super Collider) e ci si può chiedere se il CERN Europeo potrà andare oltre il Large Hadron Collider, coi suoi nuovi progetti, CLIC e FCC (quest'ultimo dovrebbe avere una circonferenza di 90 km circa). In linea di principio si possono ingrandire acceleratori lineari e circolari, fino a limiti determinati dalla geografia. Ma varrebbe la pena? Non solo i fisici devono dimostrare la validità del disegno, ma anche l'utilità del progetto rispetto al costo, e questo è meno facile. Certo, neppure Cristoforo Colombo avrebbe avuto in dotazione le sue caravelle se non avesse detto che cosa sperava di trovare, e dato buone ragioni per giustificare le sue speranze.

Una cosa è certa. L'Europa può brillantemente competere con gli USA in campo scientifico, come abbiamo visto nel caso del CERN, ma i singoli Paesi Europei non possono. Ciascuno ne può trarre le conseguenze che crede.

II. Oggi

Siamo giunti a mezza via del mio saggio. Ohibò, che resta da dire?

Il progresso scientifico volta a volta è stato dovuto a fattori esterni: re che hanno paura della morte, rinascimento, rivoluzione industriale, guerra fredda, competizione economica post-guerra fredda in un'economia globale. Alcuni problemi vengono largamente discussi e cambiano il modo di pensare della società: la rivoluzione astronomica, la teoria dell'evoluzione e la meccanica quantistica. Le ultime due vennero discusse dai contemporanei, la prima viene ancora discussa oggi (basta, non se ne può più). La rivoluzione termodinamica non venne discussa mai, e forse lì sta il problema. La scienza però incuriosì sempre chi poteva permettersi di essere incuriosito, e nell'Ottocento si videro anche grandi opere di divulgazione. In Francia l'astronomo Camille Flammarion veniva osannato da folle plaudenti, mentre in Germania "tutti" i borghesi

avevano una copia della “Vita degli Animali” di Alfred Brehm (1873). Ma in definitiva che cosa sa il proverbiale “uomo della strada” di questa furiosa cavalcata attraverso i secoli e delle molte domande che hanno trovato a poco a poco la loro risposta? Quali sono le domande che lo incuriosiscono ancora, al di là di quelle che determinano la sua vita quotidiana? Non credo siano molti a porsi questo tipo di domande, ma può valer la pena esaminare quali esse possano essere.

All’inizio del Duemila sappiamo come è fatto l’Universo in cui viviamo. Ne conosciamo le dimensioni ed abbiamo una buona conoscenza degli oggetti che lo popolano. Sappiamo qual è il nostro posto nel tempo, perché conosciamo con una certa precisione l’età dell’Universo, che è di 13.7 ± 0.1 miliardi di anni.

Altre domande se le pongono quelli che sono un poco più dentro ai lavori.

Ad esempio, si dubita che le costanti della matematica determinino esattamente le costanti della fisica e tutto il resto. Forse il nostro è solo uno degli universi possibili, e la natura ha una certa libertà. Universi in rapida espansione, contenenti solo idrogeno e deuterio, ed Universi in cui esistono diecimila nuclei stabili invece di una novantina sarebbero magari possibili. Universi in cui la costante

di Planck vale 10^{80} o la velocità della luce vale 20 km/ora non sarebbero esclusi. Noi, piuttosto, molto probabilmente saremmo esclusi da questi universi. Ma allora sorge una domanda. Perché tra i vari universi possibili la natura ha scelto proprio questo, che permette all'uomo di esistere e studiare la natura? Un filosofo idealista avrebbe detto che ciò è inevitabile: poichè la natura non può pensarsi da sè, essa crea un universo che sia in grado di pensarla attraverso l'uomo. Ma nessuno più crede all'idealismo, dopo tutti i guai che ha combinato. Altri potrebbero dire che se almeno un universo, il nostro, non avesse la proprietà di permettere una vita intelligente come la nostra, semplicemente nessuno si porrebbe la domanda.

D'altronde c'è anche chi pensa che in realtà tutti questi universi convivano allo stesso tempo in un multiverso, in cui certi paradossi verrebbero risolti, come il viaggio nel tempo. Infatti potrei viaggiare all'indietro nel tempo ed eliminare i miei genitori senza creare un paradosso temporale, purchè o nel viaggio di andata all'indietro o in quello di ritorno io emerga in un universo parallelo. In questo caso tutto ciò che può avvenire sarebbe costretto ad avvenire e predire il futuro diverrebbe banale. Ma perché noi saremmo coscienti in questo preciso universo e non in uno simile, ma parallelo?

È assai probabile che gli esseri ragionevoli si chiedano in ultima analisi quale sia il loro posto nell'universo. Di questo si parla sempre, ma è raro ormai che qualcuno si azzardi a rispondere, perché si teme di dare una risposta definitiva con mezzi che non sono definitivi. Ogni risposta genera altre domande. Tuttavia, vale la pena tentare.

Anzitutto la maggior parte degli uomini di scienza è probabilmente convinta del fatto che tutta la scienza possa essere ridotta alla fisica. Ma quale fisica? Non si può dare una risposta sensata se anzitutto la fisica non è unificata. Qui ci sono buone notizie: il lavoro sull'unificazione della meccanica quantistica e della relatività generale procede. Si crede che entrambe le teorie possano essere trattate nell'ambito dell'unica super-teoria delle "stringhe".

Le cosiddette teorie dell'inflazione ci danno quanto meno uno scenario per il processo della creazione e per il motore dell'espansione dell'universo. Dapprima c'è la grande, brillantissima, esplosione primordiale, il Grande Botto ("*Big Bang*"), in cui iniziano lo spazio e il tempo. L'universo si espande rapidamente, la lunghezza d'onda della radiazione prodotta nel Grande Botto si allunga rapidamente, la materia si forma e si condensa, presumibilmente secondo il cosiddetto Modello Standard, con 25 particelle, fino a circa 380 000 anni dal Grande Botto. Qui

sopraggiunge l'età oscura, che dura per centocinquanta milioni di anni, mentre si formano i più leggeri nuclei stabili, idrogeno, deuterio, elio. L'età oscura termina all'improvviso e si accendono, quasi simultaneamente come le luci di una città a sera, miriadi di reattori nucleari a fusione, le stelle. Esse fabbricano gli elementi pesanti. Aveva ragione Plinio il Vecchio (*Naturalis Historia*, II, 95) a dire che noi siamo inparentati con le stelle. Gli elementi che ci compongono sono stati in larga parte prodotti da stelle di una generazione precedente. Anzi, il deuterio che è in ciascuno di noi, qualche grammo, è addirittura primordiale. C'era già prima delle stelle. Così, in massima parte, è primordiale l'idrogeno.

L'origine della vita, invece, resta da spiegare. Sulla Terra essa si formò ben prima dei primi fossili che abbiamo in mano, che risalgono ad un miliardo di anni fa. La Terra ha un'età di quattro miliardi e mezzo di anni. Se la vita, che è un fenomeno apparentemente assai improbabile, si è formata per caso, forse il tempo per formarsi è stato troppo breve. Bisogna avere in serbo altre soluzioni.

Certo, si potrebbe rispondere che noi siamo qui a speculare proprio perché un fenomeno estremamente improbabile si è verificato sulla nostra Terra. Se si fosse verificato altrove noi stessi saremmo altrove, chiedendoci perché il fenomeno si è verificato là e non, per esempio, sulla Terra. Oppure si potrebbe

obiettare che non è un fattore due o tre, o anche dieci nell'età dell'Universo, quello che fa la differenza. La probabilità di formazione spontanea e casuale della vita resterebbe straordinariamente bassa. O, infine, si potrebbe dire che la vita si è formata altrove ed è poi arrivata sulla Terra, attraverso meteoriti o comete – o astronavi di extraterrestri. Non è improbabile che la vita terrestre abbia un'unica origine comune al sistema solare e forse ancor più in là. Questa conclusione è basata sul fatto che la vita terrestre si serve (quasi) esclusivamente di molecole dette aminoacidi che ruotano il piano della luce polarizzata verso sinistra (aminoacidi levogiri) e di zuccheri che lo ruotano verso destra (destrogiri). Si potrebbe immaginare una vita in cui avviene l'esatto contrario, e questa vita non dovrebbe essere meno probabile dell'attuale vita terrestre. Ora, si è notato che alcune meteoriti contengono aminoacidi levogiri. Ciò potrebbe indicare che la vita ha un'unica origine extraterrestre. In ogni caso, la probabilità dell'attuale scelta delle molecole essenziali sarebbe stata cinquanta per cento anche se la vita si fosse formata casualmente sulla Terra. Aspettiamo dunque un'altra meteorite adatta e vediamo come sono i suoi zuccheri e amminoacidi.

Non si è ancora ricostruita una cellula vivente - nè materiale nè virtuale. Ancora non si è potuto costruire, o simulare con un calcolatore, un modello di cellula basato unicamente su principi fisici che, una volta

messo insieme, si metta in moto da solo e sviluppi le attività di una cellula vivente, cioè in pratica la replicazione con trasmissione di informazione. Ma la premessa è la convinzione che l'uomo possa comprendere l'universo. Altri possono pensare che in realtà l'uomo tramite la scienza possa comprendere soltanto una piccola isola di razionalità nel mare dell'essere. A pensare così sono soltanto pochi, a parole, ma quasi tutti coi fatti, perché in fondo tutti leggiamo l'oroscopo, il che è assurdo, e di mangiare a tavola in tredici molti non vogliono proprio saperne.

Ma il nostro posto verrebbe definito con maggiore chiarezza il giorno in cui scopriremo un'altra civiltà extraterrestre.

Come abbiamo già visto all'inizio di questo saggio, se esistano altri esseri intelligenti nel cosmo è una questione che affascina molti da sempre, ed è un problema di ordine superiore. Si può calcolare la probabilità di un simile incontro, ma le probabilità restano probabilità. Tuttavia, in linea di principio le nostre prime trasmissioni radio e radiotelevisive hanno creato una sfera di onde elettromagnetiche che si espande alla velocità della luce. La prima "S" trasmessa da Guglielmo Marconi nel 1895 è ormai a più di centoventi anni luce da noi. Le onde create dalle prime trasmissioni televisive intercontinentali sono ad una cinquantina di anni luce. Extraterrestri lievemente masochisti potrebbero guardarsi le nostre

trasmissioni televisive e intanto preparare un'astronave o una flotta di astronavi per venirci a visitare. Ci sarebbe poco da stare allegri: così gli Aztechi vedevano avvicinarsi gli Spagnoli e speravano in un'amichevole incontro; i Tasmani speravano lo stesso dagli Inglesi e gli Hawaiiani dagli Americani, mentre i Giapponesi temevano le "navi nere". Solo i primi e gli ultimi sono sopravvissuti. Questi incontri non hanno mai portato fortuna alle civiltà meno progredite. Una cosa però è certa: un universo eterno è incompatibile col viaggio interstellare. Se entrambe le cose fossero vere, il nostro cielo dovrebbe essere nero di astronavi che vengono dai luoghi e dai tempi più lontani.

Come finiremo? Il nostro Universo sembra comportarsi come se la materia in esso contenuta avesse una certa densità, la quale, secondo i modelli correnti, ci permette di prevedere che l'Universo imploderà e finirà in una specie di Grande Botto all'inverso, il *Big Crunch*, tra qualche miliardo di anni. Però se si misura la densità totale della materia visibile, quella che ha dato origine a noi, troviamo un ventesimo soltanto della densità necessaria a spiegare il comportamento dell'Universo. Che cosa costituisce il restante 95%? Materia oscura, energia oscura, mistero. Insomma, siamo fieri di avere sviluppato una fisica e una cosmologia, osservazionale e teorica, che dal Big Bang ad oggi

spiega circa il 5% dell'Universo, per quel che ne sappiamo... Chi si contenta, gode.

Intanto temiamo ancora le grandi catastrofi naturali. I terremoti non sappiamo ancora come prevederli. Per evitare che un asteroide distrugga la nostra civiltà dando finalmente una meritata chance a scarafaggi e topi, non si riesce a trovare un accordo sulla costruzione di una rete di avvistamento e di strumenti per eventualmente distruggere l'asteroide in arrivo. Ci consoliamo pensando che probabilmente tutti i grandi asteroidi hanno già fatto il loro lavoro, a spese di altre specie, come i dinosauri, e sono ormai spariti.

In riassunto: sappiamo dove siamo, sappiamo quando e come la nostra storia è incominciata, sappiamo di cosa siamo fatti, sappiamo – più o meno - quando e come finiremo: al più tardi nell'implosione dell'universo. Sappiamo abbastanza che cos'è la vita, ma non sappiamo come/dove è incominciata la vita sulla Terra. Infine, non sappiamo se siamo soli nell'Universo.

Queste domande e risposte non sono un lusso. Il superfluo è indispensabile, per dare un senso al necessario, e perché quello che una generazione lascia all'altra sono esclusivamente i propri problemi non risolti e le opere del superfluo, cioè l'arte e la scienza. Se si dedicasse solo al necessario, la nostra

generazione lascerebbe in eredità solo i propri problemi, non un'eredità di cui essere fieri. Arditamente ampliando l'orazione di Antonio nel Giulio Cesare (1599) di William Shakespeare: "Il male che gli uomini (si) fanno vive dopo di loro".

III. Domani.

E adesso vediamo il futuro. Se riuscissimo a prevederlo saremmo in compagnia di pochi, mentre, se sbagliassimo, saremmo in grande compagnia e mal comune è mezzo gaudio. Forse questa è la ragione per cui molta gente si cimenta con questa attività, che in fondo male non fa, almeno al giorno d'oggi. Ma, possiamo dire, che importa fare previsioni su un arco di tempo di una settimana, di un mese, di un anno, di un secolo? Suvvia, siamo più audaci, parliamo di milioni di anni, così, almeno, non vivrò tanto da vedere sfatata questa mia predizione.

Una prima impressione è che la scienza stia raggiungendo fine corsa entro, diciamo, il prossimo milione di anni, probabilmente assai meno, non necessariamente perché si esauriscano le grandi domande, ma per due altri motivi. Anzitutto, le linee di comunicazione con le frontiere della scienza si allungano continuamente e si arriva in trincea solo dopo un lungo viaggio in tradotta, soprattutto se si è pagati dal Governo Italiano. Quando il giovane

scienziato, partito baldanzosamente, raggiunge le trincee, è già invecchiato e non ha più le facoltà necessarie per combattere, come il Drogo del *Deserto dei Tartari* di Buzzati. Può ben avvenire che certi ragionamenti possano in futuro essere fatti – almeno in un primo tempo - solo con l'aiuto del computer. Il famoso teorema dei quattro colori, primo di una stirpe, fu dimostrato nel 1976 con l'aiuto di un computer. Senza computer, la dimostrazione avrebbe richiesto più di una vita intera di lavoro di una persona. Ma se si incomincia su questa via, il computer prima o poi ci lascerà per strada e farà le sue scoperte da solo. Si proporrà anche teoremi da solo. E magari non farà solo scoperte scientifiche, ma anche opere d'arte straordinarie, che lui solo potrà apprezzare. Se il genere umano vorrà partecipare a queste esperienze, l'unica possibilità sarà quella di costruirsi un simile supplemento di cervello. In secondo luogo, la messa a punto di strumenti che diano risposte alle grandi domande note sta assumendo un costo proibitivo, sempre più proibitivo, perché a poco a poco tutte le risorse al mondo verranno invece assorbite dalla necessità di produrre una qualità di vita accettabile per una popolazione mondiale crescente. Tra queste imprese proibite mettiamo pure gli acceleratori di particelle di diametro superiore al diametro terrestre (ammesso che in quelle regioni di energia ci sia qualcosa che valga la pena vedere) ed il volo umano fuori dal sistema solare

(quest'ultimo possibile al prezzo di produrre e conservare migliaia di tonnellate di antimateria: per raggiungere la stella più vicina e *fermarci là*, basta una quarantina di kg, ma per il centro della Galassia ci vorrebbe un miliardo di tonnellate – *per kg di carico utile*, ricordando che lo Shuttle, scomodo per un viaggio della durata di anni, pesa decine di tonnellate).

Non c'è scelta, il progresso scientifico dovrà rivolgersi a campi di interesse generale e dovrà essere raggiungibile ad un costo accettabile. Il mezzo di elezione non potrà essere altro che la simulazione. Due obiettivi che sembrano alla nostra portata sono la simulazione di una cellula vivente e la simulazione di un cervello umano. E, visto il costo proibitivo degli esperimenti futuri, la simulazione potrebbe restare l'unica via per comprendere anche la fisica delle particelle elementari e la fisica cosmica.

Ma la ricerca biologica sembra essere il soggetto per eccellenza che risponde ai due criteri, di costare relativamente poco e di essere di interesse generale. Inoltre risponde al vero obiettivo che sta alla base dei nostri pensieri, soprattutto se non pensiamo alle conseguenze, di raggiungere la vita eterna su questa Terra. Ma naturalmente, e a questo anche i Greci avevano pensato col mito dell'Aurora e di Tritone, la vita eterna ha senso solo se è accompagnata dalla giovinezza eterna. Probabilmente la costruzione di

protesi perfette di organi vari sarà un primo risultato per cui bisognerà passare. Si deve però trattare di protesi intelligenti che si riparano e ricostruiscono da se', senza assorbire risorse, altrimenti la nostra sopravvivenza sarebbe basata sulla sopravvivenza o almeno sulla disponibilità delle protesi. A lungo andare magari non sarebbe un problema. Questo però comporterebbe la necessità di abbandonare la riproduzione di nuovi esseri umani, a meno di farli o spedirli su altri mondi, nel qual caso, però, la riproduzione avrebbe un senso diverso da quello che ha ora sulla Terra. Ma se non ci si riproduce, viene abbandonato lo scopo primario della vita materiale, che diventa quindi inutile nel senso che conosciamo.

Ciò è tanto più vero in quanto, una volta raggiunta l'immortalità e la giovinezza eterna, occorre ancora evitare l'ultimo, definitivo scoglio: la noia eterna. Che farà questo cervello? La risposta l'avremo solo se comprenderemo l'origine dell'intelligenza. La possibilità di simulare ed eventualmente costruire un cervello che permetta esperienze virtuali del tutto indistinguibili dalle esperienze reali non è esclusa. È chiaro già ora che anche le più grossolane esperienze materiali avvengono nel nostro cervello. È nel cervello che il cielo è blu, che una grigliata con amici è gradevole, che la vittoria dell'Inter ci esalta o ci infuria (io sono del Toro). Se si rinuncerà per sempre, a causa del costo, a viaggi di esplorazione, il cervello

potrà accontentarsi di vivere esperienze virtuali o già presenti nell'esperienza umana (e queste sono in numero finito, con lo spettro della noia a fine corsa), o in mondi non reali, che però possono essere in numero infinito. In fondo, con i sogni lo facciamo già', anche se per un tempo limitato. D'altronde, mentre le scienze naturali hanno un carattere finito e quindi occuperanno solo il primo istante dell'eternità', un'interpretazione del teorema di Goedel largamente accettata ci assicura del fatto che l'esperienza matematica abbia un carattere inesauribile. Alla fine si potrà probabilmente costruire un cervello perfetto ed eterno, di cui non si possa fare meglio, che istante dopo istante avrà nuove esperienze, o di carattere puramente astratto, o virtuali, ma indistinguibili dalla realtà'.

Ma quanti saranno i cervelli di questo genere? Temo che non ci siano dubbi sulla risposta. Contrariamente a quello che pensava Olav Stapledon (1886-1950) negli anni trenta, di siffatti cervelli ce ne potrà essere al massimo uno, e non ci sarà bisogno di altre specie viventi per mantenerlo. Non avrebbe senso avere due cervelli di questo genere identici. Non avrebbe senso averne due diversi. Non parliamo di tre.

Curioso finale di partita, quello di un mondo occupato da un unico cervello eterno, introverso, che vive eternamente un crescendo di nuove esperienze, nuove scienze e nuove arti, che si autogenerano come i teoremi di matematica e/o sono create a caso da

un'altra parte di se stesso – per miliardi di anni, in attesa che il Sole diventi una gigante rossa, tempo di chiudere bottega.

Questa vita ricorda vagamente l'idea che il raggio di Schwarzschild dell'Universo sia più o meno il raggio dell'universo, cioè che viviamo in un buco nero.

Abituatevi, o giovani, a gustare i teoremi di matematica. Potranno esservi utili tra un paio di milioni di anni.

NOTE

(1) Aneddoto dalla versione italiana di Wikipedia (2016).

(2) Questo aneddoto veniva spesso ripetuto da uno dei miei migliori Professori di Matematica all'Università di Torino, il Prof. Tino Zeuli, un gentiluomo che univa speculare chiarezza ad un animo nobile.