

Lo stato attuale dell'argomento "evoluzione"

JAVIER VILLANUEVA*



Nel fascicolo precedente di questa medesima rivista¹, abbiamo tentato di fornire alcuni elementi per chiarire il dibattito sull'evoluzione e sull'evoluzionismo, intensificatosi in occasione di un recente discorso di Giovanni Paolo II ai membri della Pontificia Accademia delle Scienze, riuniti in Assemblea Plenaria per fare il punto sull'origine della vita e sulla sua evoluzione². Parecchi dei nostri lettori ci hanno chiesto di esaminare con maggiore ampiezza alcune questioni affrontate in precedenza più brevemente. Ci proponiamo ora di fare il punto sull'argomento "evoluzione", vale a dire su quanto le scienze odierne ci insegnano in questo fine millennio.

Negli ultimi due secoli ci è stato fornito un gran numero di dati più esatti, il che ha permesso, da una parte, di completare e affinare la nostra conoscenza e, dall'altra, di approdare ad un nuovo modello di scienza. Il nuovo modello influisce notevolmente sul risultato, poiché organizza gli stessi dati in modo nuovo. Si può affermare, dunque, che i dati forniti dalla scienza non sono mai neutrali — vale a dire, non sono mai "meri fatti" — perché vanno sempre presentati in una data interpretazione. Ma, in tal modo, si abbandona il campo della scienza addentrandosi invece in quello della filosofia (della scienza, in questo caso, ovvero dell'epistemologia). E qui subentra dalla finestra quel rapporto tra scienza e filosofia che il vecchio modello scientifico aveva espulso dalla porta. Questo rapporto viene ad integrarsi con l'altro, mai dimenticato, tra le diverse scienze positive, spesso indicato con l'espressione "metodo multidisciplinare". La nostra esposizione seguirà un ordine inverso a quello storico, appena tratteggiato.

* Pontificia Università della Santa Croce, Piazza di S. Apollinare 49, 00186 Roma

¹ Cfr. *Una riabilitazione dell'evoluzionismo? Elementi per un chiarimento*, «Acta Philosophica», 7 (1998), pp. 127-148.

² Cfr. GIOVANNI PAOLO II, *Discorso alla Pontificia Accademia delle Scienze*, 22-X-1996; pubblicato su «L'Osservatore Romano» del 24-X-1996, pp. 6 e 7.

1. Il rapporto tra le diverse scienze

Riveste somma importanza far chiarezza sui rapporti fra le diverse discipline che si occupano di tale questione, per evitare sconfinamenti indebiti e il pericolo di una confusione tra fatto, ipotesi, teoria e paradigma.

C'è una prima distinzione fra conoscenza spontanea e conoscenza scientifica, che non è irrilevante per il nostro argomento. Prendendo di mira soltanto il metodo, si afferma che la seconda agisce in maniera sistematica e rigorosa. Il conoscere scientifico ammette una suddivisione in merito ai principi osservati (e, correlativamente, alle realtà analizzate): la scienza *simpliciter* o positiva si ferma a quei principi che potremmo denominare penultimi, mentre la scienza *eminenter* o sapienza (*sophia* umana, filo-sofia) si spinge sino ai principi ultimi. Se la prima è scienza, la seconda è meta-scienza o ultra-scienza; se la prima viene indicata da quella sua parte più in vista — la fisica —, la seconda può essere indicata con il nome del suo versante migliore — la meta-fisica —. Esse non sono in opposizione ma in collaborazione gerarchica, alla stregua di ciò che avviene con i principi che ognuna di esse ricerca. A seconda delle realtà prese di mira, le scienze possono essere dette — adoperando la terminologia usuale ma fuorviante — naturali o fisiche, umane; la filosofia può occuparsi della logica, dell'ermeneutica, della conoscenza e di quel suo tipo peculiare che è la scienza, ecc. Tali dati però provengono dalla realtà stessa, come frutto dello sforzo della ragione umana. Può succedere che i dati siano ricevuti da un testimone di eccezione: Dio. Egli rivela all'uomo soltanto alcune questioni necessarie per la salvezza, benché possa accadere che esse siano accompagnate da verità non strettamente necessarie. Trarre dal dato rivelato le dovute deduzioni è compito della ragione umana ed esso viene nominato teologia soprannaturale: soprannaturale per l'origine dei dati, logos naturale per il lavoro deduttivo³. Questa prospettiva sincronica dovrebbe essere affiancata dalla prospettiva diacronica; avremmo allora le diverse scienze storiche: storia dell'universo, della scienza fisica, della filosofia della scienza, ecc.

È decisivo segnalare le demarcazioni e la gerarchia (prospettiva sincronica) tra questi diversi tipi di sapere. Poi bisogna stabilire ed adoperare il migliore concetto di ognuna di tali discipline, abbandonando quelli obsoleti o anacronici (prospettiva diacronica). Se ne devono poi analizzare le rispettive metodologie, principalmente il rapporto fra fatti, dati, ipotesi, teorie e paradigmi. Infine, si devono applicare questi strumenti concettuali al caso concreto che ci occupa (*quid ad casum*)⁴. Non di rado le polemiche sull'evoluzione, che è un argomento di confine, hanno la loro causa a monte: vale a dire in malintesi epistemologici⁵.

Si deve cominciare dunque dai rapporti tra i diversi saperi.

³ Per "teologia naturale" s'intende la "filosofia di Dio", ovvero quella parte della filosofia che si occupa di quell'"oggetto" chiamato Dio.

⁴ Siamo d'accordo con Ludovico GALLENi — professore di zoologia a Pisa, esperto nel campo della biologia evolutiva e, in particolare, dei rapporti tra evoluzione cromosomica e speciazione, ammiratore di Teilhard de Chardin — che questa procedura sia l'unica completa e corretta. Egli stesso la segue nel suo *Scienza e teologia. Proposte per una sintesi feconda*, Queriniana, Brescia 1992.

⁵ Cfr. GIOVANNI PAOLO II, *Discorso alla Pontificia Accademia delle Scienze*, o.c., 22-X-1996, nn. 4 - 3.

1) Ogni scienza è autonoma nel proprio ambito: né quella inferiore può dire nulla sulla superiore (l'oggetto materiale di questa esula dal compito di quella), né quella superiore può intromettersi in quella inferiore (perché l'oggetto formale di quella esula dalla prospettiva di questa). Esempio: fisica-atomi & chimica-molecole & fisiologia-organi. Ma, prendendo di mira tutti gli ambiti, risulta che ogni scienza gode di una "autonomia relativa", e che stabilisce con le altre un "rapporto di relativa esclusione interdisciplinare".

2) La scienza inferiore può offrire i propri risultati come "materia prima" per la scienza superiore, la quale li formalizza a modo proprio (ma senza manipolarli per confermare i propri asserti: sarebbe un disdicevole concordismo). Dal canto suo, la scienza superiore può e deve offrire direttive o sensi a quella inferiore. Quindi il medesimo oggetto va studiato da prospettive diverse e complementari: "rapporto di interazione o di integrazione armonica, di concordia".

3) La scienza, fornendo gli stessi dati, può dare adito a due opposte concezioni metascientifiche (sia in campo filosofico che teologico): si tratta allora di un "rapporto di esclusione intradisciplinare". È ovvio che una delle due, o entrambe, sono deduzioni illegittime, e ciò va reso noto. Inoltre, la scienza offre diversi modelli di se stessa, che permetteranno la formazione di diversi tipi di meta-scienze. È un aspetto specialmente importante oggi, quando è in atto un cambiamento di paradigma scientifico. Insomma è palese che sarà falsa quella filosofia che poggia sui dati falsi fornitigli da una sedicente scienza. Perciò è importante che la filosofia e la teologia seguano da vicino i progressi delle scienze senza ritardi⁶.

Tra teologia, filosofia e scienza sono fattibili diverse relazioni. Vediamole.

1) *Posizione estrema escludente*. Nella sua *formulazione forte* suppone l'esistenza di una doppia verità o di un doppio ambito, e si approda ad un dualismo, ad una sorta di armonia prestabilita, a linee parallele, allo smembramento dello spirito insomma. Sembra essere stata la posizioni dei deisti e degli atei (stoici, epicurei, autori settecenteschi ed ottocenteschi — prelamarckiani, Lamarck stesso —, e di autori contemporanei — come alcuni neolamarckiani, come la maggioranza dei neodarwinisti, come alcuni evangelici —). Nella sua *formulazione debole* invece asserisce che ogni concezione importa poco all'altra, che esse possono ignorarsi, affinché la scienza non venga regolata dalla metascienza, né questa venga condizionata dai risultati della scienza. Qui si potrebbe annoverare il cauto Darwin.

2) *Posizione estrema concordista*, quella cioè che vede un unico ambito, risultante dalla con-fusione di vari di essi o piuttosto dalla fagocitazione di uno da parte dell'altro, quella posizione insomma che approda ad un monismo. Ciò può avvenire in due sensi:

⁶ «Da parte mia, nel ricevere il 31 ottobre 1992 i partecipanti all'Assemblea plenaria della vostra Accademia, ho avuto l'occasione, a proposito di Galileo, di richiamare l'attenzione sulla necessità, per l'interpretazione corretta della parola ispirata, di una ermeneutica rigorosa. Occorre definire bene il senso proprio della Scrittura, scartando le interpretazioni indotte che le fanno dire ciò che non è nelle sue intenzioni dire. Per delimitare bene il campo del loro oggetto di studio, l'esegeta e il teologo devono tenersi informati circa i risultati ai quali conducono le scienze della natura» (GIOVANNI PAOLO II, *Discorso alla Pontificia Accademia delle Scienze*, o.c., 22-X-1996, n. 3).

2.1) *direzione discendente*: essa sostiene che Dio ha voluto rivelarci una fisica e una biologia e una politica, per cui la Bibbia va presa letteralmente (p.es.: i fondamentalisti protestanti creazionisti, detti anche letteralisti). Si potrebbe etichettare come un filosofismo o un teologismo, perché si tratta di una filosofia e di una teologia innalzatesi a scienza; è un atteggiamento fino a un certo punto comprensibile allorché i dati delle scienze erano una minoranza rispetto a quelli offerti dalla filosofia e dalla teologia. La tentazione assilla quei cristiani ingenui che si persuadono illusoriamente che «la scienza rende ormai evidente quel che la fede ha sempre affermato (...) e che accordano un privilegio [sedicentemente] “scientifico” a quell’ipotesi scientifica che meglio sembra andare d’accordo con le prospettive dello spirito religioso»⁷. E oggi, 50 anni dopo queste asserzioni, questo complesso di superiorità si è visto rafforzare da risultati scientifici in campo cosmologico e biologico. Ma ieri come oggi «il concordismo è il primo e più banale e ingenuo degli equivoci possibili»⁸;

2.2) *direzione ascendente*: la scienza (di solito la scienza naturale, ma non di rado la scienza umana) ci vuole rivelare Dio, imponendo la sua teologia oppure la sua filosofia. È lo scientismo. E ci prova innanzitutto dal versante dell’oggetto materiale, riducendo cioè tutta la realtà alla realtà da essa studiata: la realtà materiale e sensibile, magari i soli fenomeni di essa. Bandisce quindi le realtà im-materiali e in-sensibili, talvolta i noumeni, dichiarandole ir-reali. Ma tale procedura stabilisce arbitrariamente e aprioristicamente la frontiera tra il reale e il non reale. E lo fa contro il “senso comune” degli uomini, introducendo una spaccatura indebita fra uomo e scienziato. È il materialismo; e anche l’empirismo. Ma il pensare medesimo, la scienza stessa, la giustizia, le tendenze, lo spirito sono anch’esse delle realtà. Quindi si potrebbe parafrasare Amleto enunciando «che ci sono molte più cose nell’universo di quante ne sognino gli scienziati». Un altro errore concernente l’oggetto materiale riguarda la ricerca esasperata dei componenti o elementi di esso, una corsa al sempre più piccolo. Si potrebbe dire che con tale procedura gli alberi non lasciano vedere il bosco, che le molteplici parti non permettono di scorgere l’unità del tutto, che la focalizzazione della materia va a scapito dell’osservazione della forma. Si tratta di un riduzionismo che ritiene che «il tutto non-è-nient’altro-che la somma delle parti»⁹ ovvero che «il tutto è-soltanto la somma delle parti»: è il «principio della sovrapposizione degli effetti»¹⁰. Questo riduzionismo avallava e si avvaleva di quel metodo

⁷ AA.VV., *Enciclopedia di apologetica*, Paoline, Milano 1953⁵, pp. 1284-5; l’originale francese risale al 1948. «Senza averlo creato apposta, il pensiero scientifico del nostro tempo è venuto in possesso di una maniera di concepire l’universo che ricorda alcuni tratti della rappresentazione a cui conduce l’affermazione dogmatica religiosa d’una creazione nel tempo. È allora molto normale che l’intelligenza credente scopra una certa armonia, una specie di convergenza: gli indizi raccolti dalla ricerca umana sembrano organizzarsi nello stesso senso dell’affermazione religiosa. Perché negarlo?» (*idem*, p. 1298).

⁸ *Idem*, p. 1299.

⁹ *Nothing but*, in inglese.

¹⁰ Per fortuna, negli ultimi vent’anni, diverse discipline scientifiche si sono accorte dell’insufficienza di simile approccio. Cfr. la relazione di Alberto STRUMIA tenuta nella sede romana del CNR, il 17-V-1997, nel Convegno su *Interpretazione scientifica del reale: verifica e prospettive*, p. 3. Gli attuali teorici del diritto sostengono pure che la corresponsabilità non è la somma delle responsabilità individuali.

che riteneva che per studiare un fenomeno lo si dovesse scindere nelle sue componenti più semplici, e che le leggi che lo spiegavano dovessero essere formulate su livelli più elementari di funzionamento del fenomeno stesso. Simile frantumazione potremmo denominarla “aggregazionismo”, “microscopismo”, “elementarismo”, “atomismo” o, meglio ancora, “materialismo (in senso profondo)” (vedremo poi quanto sia influente questo pregiudizio nel tema delle origini). Ma lo scientismo prova poi ad imporsi facendo leva sull’oggetto formale. Dapprima autodefinendosi “scienza sperimentale”, lasciando intendere che le altre scienze vertono su oggetti non sperimentabili (il che è falso: essi infatti sono direttamente sperimentabili, sono vissuti). Autodefinendosi poi come “scienze positive o fattiche” (da *positum = factum*), sottintendendo con ciò che le altre non lo sono. Di conseguenza, questo partito preso può denominarsi “positivismo”. Infine, riservandosi il titolo di “scienze oggettive”, per additare le altre come “scienze soggettive” ossia fantasiose. Queste terminologie rispecchiano una presa di posizione. In verità, un dolore, un sentimento è nel soggetto ma è obiettivo. Le suddette scienze ritengono dunque di essere le detentrici del “monopolio dell’obiettività”. Invece ogni scienza, comprese la filosofia e la teologia, sono obiettive purché rispettino i propri metodi (p.es. l’introspezione). Si è già detto in precedenza che alcuni filosofi e teologi sembrano avere un certo complesso di inferiorità, in confronto della scienza¹¹.

3) *Posizione moderata concordista o conciliante oppure armonizzante o dialogica*, integrativa dunque di tutti i saperi, cioè davvero sapienziale. Come è logico, il ruolo dirigente spetta alle discipline più sapienziali: alla teologia soprannaturale e alla teologia naturale. Secondo questa posizione, la Bibbia va interpretata letteralmente finché non ci siano sicuri elementi interni ad essa o elementi esterni (scientifici) che indichino che va interpretata allegoricamente (fu la posizione dei cardinali Bellarmino e Baronio di fronte a Galilei). Ma nel caso che ci siano sicure verità rivelate da Dio, bisogna accettarle, consapevoli che le sicurezze scientifiche sono soltanto verità apparenti, e che prima o poi verranno scoperti gli abbagli e trovate le autentiche verità, in armonia con le verità rivelate. Scelgono questo campo Tommaso d’Aquino, il vescovo anglicano Wiseman — importante perché contemporaneo di Lamarck, Cuvier e Darwin, e perché si aprì ad un evolucionismo limitato — nonché il Magistero cattolico¹².

Alla posizione scienziata possono essere mosse tre obiezioni:

1) è rigida. Visto, infatti, che la fisica non può dire molto sulla chimica, né questa sulla fisiologia, e visto che le scienze naturali aiutano ben poco le scienze umane,

¹¹ Per G. BLANDINO, si tratta della «constatazione di una generale situazione d’inferiorità dell’attuale pensiero cristiano», almeno per quanto riguarda il neodarwinismo (cfr. «La Civiltà Cattolica», 137 (1986), pp. 409-410).

¹² Limitandoci a pochi riferimenti, GIOVANNI PAOLO II cita nel discorso che commentiamo l’Enciclica *Providentissimus Deus* di LEONE XIII; si potrebbe ricordare la stessa Enciclica *Humani generis* di PIO XII, nonché altri messaggi dell’attuale Pontefice, p.es. l’importante discorso del 31-X-1992 ai partecipanti all’Assemblea plenaria della medesima Accademia — sempre a proposito di Galileo — su una ermeneutica rigorosa della Scrittura, il documento del 1994 su *L’interpretazione della Bibbia nella Chiesa*, e il discorso del 29-XI-96 alla Pontificia Accademia delle Scienze su «L’emergere della struttura dell’universo a livello delle galassie».

appare allora non impossibile a priori che le scienze positive non possano insegnare molto — qualcosa sì — alla filosofia e alla teologia;

2) è confutabile elenchiamente. Lo scientismo non appartiene alla fisica, né a nessun'altra scienza positiva, quindi è “una posizione filosofica mascherata da scienza” (per fruire del prestigio della scienza e non pagare il pedaggio della filosofia). Tale posizione appartiene invece alla filosofia e deve sottomettersi alle sue regole;

3) è impossibile nella pratica.

La medesima conclusione ottenuta dalla filosofia della scienza è raggiungibile partendo dalla filosofia ermeneutica. Alla fine del XX secolo si è più consapevoli che si può comprendere un discorso soltanto partendo da una data pre-comprensione o pre-giudizio o pre-supposto. Ossia, detto altrimenti, si è convinti dell'impossibilità di un'obiettività as-soluta (intesa come slegata dal soggetto), la quale è un ideale impossibile, un mito coniato e divulgato dallo scientismo a suo vantaggio. La pretesa scienziata di una “scienza positiva senza una filosofia al di sopra di essa” si rivela un cerchio quadrato. Il peggiore dei pregiudizi è quello di una presunta assenza di pregiudizi; talché il positivismo è il peggiore dei pregiudizi e la peggiore delle filosofie¹³. È invece fattibile soltanto un'obiettività legata ad un soggetto, ad un'epoca, ecc. Perciò se ogni scienza ha a monte una data filosofia nascosta — e lo stesso dica-si per ogni teologia — l'unico comportamento valido e onesto è quello di esplicitarla prima di intavolare un dibattito. È ciò a cui dovremo applicarci nel caso delle discipline che si occupano di evoluzione.

Il risultato finale di quanto è stato detto finora è che la filosofia ha il diritto e il dovere di vegliare su se stessa e sulle altre discipline, cioè sulle scienze e sulla teologia. Veglia su tre aspetti principali: primo, sulla coerenza interna (indossa allora i panni della “logica”); secondo, sulla natura e sul metodo (diviene “epistemologia”); terzo, fornisce i propri principi. Da parte sua la scienza vigila su se stessa: sulla validità scientifica dei suoi prodotti¹⁴, e sul rispetto per il codice deontologico. Questo elemento riveste la massima importanza, poiché verte sui prodotti della scienza su cui costruiscono poi i propri edifici le diverse meta-scienze.

1.1. Le ragioni personali condizionano i risultati scientifici

Non è infrequente che gli scienziati, che sono esseri umani non impeccabili, imbrogolino. La motivazione più prosaica, ma più ricorrente dopo il cambiamento

¹³ Conviene ricordare che l'impossibilità di un'oggettività piena o assoluta non ci porta alla completa soggettività. Invero, la conoscenza umana è relativamente — ossia parzialmente, non relativisticamente — oggettiva e soggettiva insieme. In altre parole, è limitata, è umana e non divina. Sicché l'ermeneutica rigorosa è ben lontana da quell'ermeneutica relativista che ritiene impossibile il raggiungimento della realtà in se stessa, e sostiene che la mente resta intrappolata in una delle innumerevoli interpretazioni, paragonabili alle scatole cinesi.

¹⁴ È il compito affidato, tra l'altro, ai comitati di redazione delle riviste scientifiche. Esistono addirittura riviste che verificano i principali contributi apparsi in altre riviste. È anche il compito che, come hanno riconosciuto valenti filosofi della scienza attuali anche agnostici, svolse *ante litteram* la commissione ecclesiastica che giudicò Galileo (cfr. le parole dello storico e filosofo della scienza Paul Feyerabend, citate dalla rivista «30 Giorni», gennaio 1993, p. 62).

d'impostazione avvenuto nel 1950, è la difesa del lavoro, ossia procurarsi finanziamenti e il far carriera. *Publish or perish*, proclama chi elargisce i soldi. Ma pur di sopravvivere, non pochi — individui e enti — sono disposti a imbrogliare, persino con la complicità di alcune riviste scientifiche¹⁵. A volte si cerca di stupire l'opinione pubblica per forzare le autorità: ma ciò richiede che i risultati siano appariscenti e semplificati (ci sono indizi che il problema della vita su Marte o quello dei dati sull'AIDS rientrano in questa categoria). In altre occasioni si tratta di puro e semplice asservimento al potere politico e finanziario, il che porta a risultati pilotati: o per gloria nazionale o per favorire il predominio su altre nazioni (p.es. attraverso il controllo demografico), ecc. La storia dei continui allarmi poi rientrati ha probabilmente questa origine. Ci sono poi motivi di prestigio personale e un certo corporativismo che affiora nel mondo degli scienziati.

Prima del 1950, era soprattutto il desiderio di far trionfare un'idea scientifica la causa di tale condotta. Si cercava di far piegare la realtà a quell'intuizione di cui lo scienziato era convinto ma che non riusciva a *provare*, per poter in tal modo *convincere* gli altri scienziati, non di rado asserendo di aver compiuto esperimenti cruciali mai fatti. Qualche volta l'intuizione si rivelò alla fine falsa, come nel caso del geocentrismo di Tolomeo e dei «raggi N» di René Blondlot; o vera, almeno parzialmente, come nel caso di Galileo, Newton, Mendel o Freud. Nel caso dell'evoluzione, pare che Darwin truccò alcune fotografie¹⁶; ma ben più grave fu l'imbroglio del tedesco Ernst Haeckel sull'ontogenesi che ripercorreva i sentieri della filogenesi. Rientra qui pure il silenzio dei paleontologi sull'inesistenza di “forme fossili graduali o transitorie”, che Stephen Jay Gould — zoologo e paleontologo a Harvard — definisce come il più grande “segreto professionale” della moderna paleontologia, sebbene pare più esatto descriverlo come “la più grande congiura professionale”.

Un altro modo per far trionfare una teoria consiste nel nascondere i risultati che la smentiscono. È quanto sembra accadere con alcuni progetti di ingegneria genetica, concretamente nella produzione di organismi transgenici, di cui i primi disastri cominciano ora a trapelare. Perciò i dati scientifici vanno presi con molta cautela (*cum granu salis*) e con poca fretta (conviene lasciarli sedimentare)¹⁷.

Conviene rammentare inoltre che gli inganni possono avvenire sia in fase di elaborazione dei risultati sia in fase di prelievo dei campioni ovvero nella raccolta di dati. La scienza statistica ci ha insegnato l'influenza decisiva del tipo di campione sul risultato finale di un sondaggio, e quanto sia facile estrapolare e dunque falsare. Le estrapolazioni ingiustificate — far passare una verità parziale come verità totale, ovvero una bugia del tipo *ab uno disce omnes* — sono procedure tutt'altro che spo-

¹⁵ Un caso recente ha coinvolto il settimanale *Nature*, accusato di aver pubblicato i successi della clonazione di pecore, tacendo però sui numerosi insuccessi e soprattutto sul tipo di cellula (indifferenziata o differenziata) dalla quale è stato prelevato il nucleo.

¹⁶ Nella sua opera *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali* (1872), secondo lo statunitense Philip Prodger, che ne cura una nuova edizione.

¹⁷ La bibliografia dedicata all'argomento è indice della portata del fenomeno. Segnaliamo F. DI TROCCHIO, *Le bugie della scienza (Perché e come gli scienziati imbrogliano)*, Mondadori, Milano 1993.

radiche nella storia della scienza¹⁸. Le estrapolazioni sono una necessità dello spirito umano, che anela l'unità del principio o regola, e che soffre finché deve restare nella molteplicità dei dati (su questa doppia valenza poggia il successo del darwinismo). È compito della prudenza giudicare quando ci sono dati sufficienti in numero e in qualità per poter estrapolare oppure quando si deve aspettare ancora. Come è ovvio, i più tentati a presentare estrapolazioni ingiustificate sono quegli scienziati — p.es. i geologi e i paleontologi — che, come i detective dei romanzi, dispongono di dati scarsi e per la maggior parte indiretti. Costrette a lavorare su tracce e indizi, «proprio le discipline paleontologiche hanno fatto registrare le falsificazioni e gli abbagli più clamorosi della storia della scienza»¹⁹. Ne signaleremo alcuni; ma ora basta indicare che i risultati di queste scienze vanno presi con straordinaria cautela.

1.2. Le supposizioni scientifiche condizionano le ipotesi scientifiche

La filosofia ermeneutica ci ha persuaso che non esiste né il “dato puro” né il “fatto puro”. Ogni dato o fatto va guardato da una piattaforma di riferimento, innanzitutto scientifica. Il che significa che va interpretato secondo una certa supposizione scientifica, e dunque con qualche incertezza. Ma un “fatto interpretato” dice assai poco: bisogna unirlo ad altri consimili affinché l'insieme risultante sia a sua volta interpretato secondo un'altra supposizione scientifica. L'ipotesi finale dunque poggia su una catena di supposizioni, con i rispettivi margini di errore (ottimisticamente, supponiamo che essi siano del $90 \pm 5\%$); il margine finale è la combinazione dei margini parziali. Dopo non molti anelli si approda ad un $50 \pm 50\%$, ossia ad un arco che va da 100 a 0, da A a -A. In parole povere, l'affidabilità è uguale a zero. In questi casi, più frequenti di quanto sarebbe auspicabile, si tratta di una supposizione globale, di una speculazione o fantasticheria, di arbitrarità insomma. Le ipotesi sulle lontane origini del cosmo, dei viventi e dell'uomo facilmente incorrono in questo errore madornale. È quanto sembra avvenire nelle ipotesi cosmologiche.

Con queste puntualizzazioni non si vuole ovviamente riesumare lo scetticismo dottrinale; tutt'al più si invoca un sano scetticismo metodologico o, meglio, un vagliare i messaggi che la scienza ci invia e un determinare il diverso grado di affidabilità di ognuna delle supposizioni della catena; si pretende soltanto di disincantare la scienza e di ricordare l'avvertenza aristotelica: un piccolo errore iniziale diviene un grande errore alla fine. Ma lo scetticismo rispetto alla scienza non equivale allo scetticismo rispetto alla verità. Potremmo fare nostro quanto Thomas Huxley affermava alla fine del secolo scorso: bisogna essere rispettosi con le ipotesi rivoluzionarie e non incorrere in due estremi ugualmente dannosi: 1) rifiutarle senza riflessione ossia con pregiudizi (ritenendole *eresie*), e 2) accettarle senza riflessione ossia con

¹⁸ Oggi sappiamo che Mendel estrapolò, e che azzeccò; e sappiamo che Darwin estrapolò, ma che sbagliò.

¹⁹ F. DI TROCCHIO, *Le bugie della scienza*, o.c., p. 260. Ultimamente si è aggiunto a questo gruppo la tecnica del cosiddetto “orologio molecolare”: a seconda del gene preso come metro di misura si ottengono datazioni assai differenti.

pregiudizi (ritenendole *superstizioni*)²⁰. Non di rado le stesse persone che accettano a piè pari i dogmi dalla scienza sono scettiche in confronto della rivelazione divina: i creduloni sono increduli (e viceversa). Che le cose stanno proprio così ne è indizio che dai medesimi “fatti” si ricavano opposte teorie cosmologiche: p.es. quella dell’abate belga George Edward Lemaître (detta scherzosamente Big Bang) e quella dell’inglese Fred Hoyle (teoria dello stato stazionario in espansione²¹). Oggi lo stesso modello del Big Bang tenta di assimilare le nuove osservazioni astronomiche in disaccordo con esso. Oppure nell’ambito della fisica: basandosi sulle stesse equazioni della gravità di Einstein, lo stesso Albert Einstein dimostrava nel 1939 l’impossibilità dell’esistenza dei buchi neri; e pochi mesi dopo, J. Robert Oppenheimer ne attestava la possibilità. Il dato curioso è che entrambi avevano preso una strada sbagliata. Altri indizi si potrebbero ricavare dal non sporadico capovolgimento delle ipotesi. Per restare nel campo della cosmologia fisica, il limite pratico delle misurazioni dello spostamento verso il rosso impedisce di andare più in là di un’età dell’universo uguale alla metà di quella odierna. Inoltre, fino al 1991 si poteva avventurare con qualche affidabilità fino a 4.400 anni addietro; dopo questa data — grazie all’invenzione di un nuovo metodo algoritmico — è fattibile indietreggiare sino a 100 milioni di anni, ma più in là si viaggia solo con la fantasia.

Un’altra pernicioso ma frequentissima supposizione è quella che ritiene di tener conto di *tutte* le variabili che intervengono in un dato fenomeno. Le estrapolazioni che ne derivano crollano quando si scopre la falsità dell’apparente completezza. È quanto sta avvenendo oggi con le osservazioni fornite dal telescopio spaziale Hubble, che ha rivoluzionato molte delle conoscenze in campo astronomico, fino al punto di venir paragonato al primo telescopio di Galileo. Pensiamo alla cosiddetta invisibile o mancante massa dell’universo. Tutt’oggi, a cinquanta anni da quando furono scritte, restano veritiere le seguenti parole: «La cosmologia scientifica rimane ancora una specie di avventura dello spirito, una specie di gioco ragionato in cui molte delle pedine scientificamente accettabili rimangono possibili»²². Più azzeccate sono queste sentenze per la paleontologia. Ma qualcosa di simile si potrebbe affermare sui metodi di datazione basati sul periodo di disintegrazione degli atomi radioattivi. Non possiamo assicurare di conoscere *tutte* le circostanze ambientali che influiscono sul risultato (la vicenda del carbonio 14 e la santa Sindone di Torino dovrebbe renderci più cauti). Il metodo dell’orologio molecolare presume pure, senza prova, che quanto accade nel gene di una specie debba succedere nello stesso gene di un’altra specie, tralasciando l’influsso del resto dell’intero organismo.

Forse una delle più fuorvianti supposizioni è quella della costanza delle leggi in

²⁰ Cfr. B. ISOLANI, *Lo sviluppo del pensiero di Darwin, tra eresia e superstizione*, «Le Scienze», 320 (1995), pp. 44-54.

²¹ Oggi è stata abbandonata perché si è scoperto che poggiava su osservazioni inesatte. Un piccolo errore iniziale nelle misure conduce a costruzioni fantastiche!

²² AA.VV., *Enciclopedia di apologetica*, o.c., p. 1297. E più recentemente si veda quanto scrive A. STRUMIA, *Il problema della creazione e le cosmologie scientifiche*, «Divus Thomas», 1992 (1), pp. 82-94; p. 92, che in nota cita lo storico della scienza L. GEYMONAT, *La cosmologia è una scienza?*, «L’Astronomia», 20 (1983).

ogni spazio e tempo: è il cosiddetto “attualismo” o “uniformitarismo” dei geologi inglesi James Hutton e Charles Lyell. Non è affatto vero, invece. Le leggi sono costanti lì dove permangono le realtà che emanano tali regole. Come è stato detto prima, le leggi della fisiologia non servono in ambito chimico, né quelle della chimica in ambito fisico; né quelle della genetica nei primi anni della Terra, né quelle della fisica nei primi istanti dell’universo. Potremmo chiamare questo errore “estrapolazione degli ambiti”. È uno degli errori dilaganti nel campo della evoluzione. Il metodo dell’orologio molecolare viene criticato proprio per simile assunzione. Infine, non va dimenticato che parecchie delle supposizioni da provare vengono verificate mediante esperimenti che dipendono da un’ipotesi che include tali supposizioni. Sicché attraverso un circolo vizioso si ottengono solo delle sedicenti “prove”.

1.3. Le ipotesi meta-scientifiche (filosofiche e teologiche) degli scienziati condizionano le ipotesi scientifiche

Anche la difesa di un’ipotesi filosofica o teologica, di un’ideologia è un’altra motivazione per condizionare le ipotesi scientifiche, e talvolta anche per frodare. Ma andare contro la verità (scientifica) nuoce al progresso della scienza e della meta-scienza. Grande è dunque la responsabilità degli scienziati, che devono evitare la tentazione di strumentalizzare il prestigio della scienza in favore di ideologie extra-scientifiche; soprattutto quando i non scienziati sono inermi, data la complessità delle conoscenze specialistiche²³. È il caso delle ipotesi sulla cosmogenesi. Non poche delle alternative al modello del Big Bang, al di là dei dati scientifici che le sorreggono, sono state proposte per opporsi a ciò che era ritenuta — a ragione o a torto — una ratifica della dipendenza da un Dio trascendente il mondo²⁴.

L’influsso non è sempre negativo, anzi. Lo storico della scienza Paul Feyerabend

²³ Scrive uno scienziato e filosofo: «Gli articoli e i libri a carattere divulgativo contengono frequentemente, nascosto dietro l’elemento didattico, l’equivoco insorgente dalla sostituzione del significato tecnico della terminologia con il significato del linguaggio comune maggiormente familiare al lettore, normalmente carico di un contenuto filosofico che il termine tecnico non è in grado di definire, né intende possedere» (A. STRUMIA, *Il problema della creazione*, o.c., p. 86); «va detto che la divulgazione scientifica è portata spesso a non distinguere adeguatamente e a propagandare come verità acquisite, anche le ipotesi meno controllabili al pari di quelle meglio controllate» (*ibidem*, p. 92).

Di solito la filosofia di cui è munito il lettore non specializzato è la conoscenza spontanea o “senso comune”, che è realista. Il suddetto autore scrive: la meccanica quantistica (e altre teorie) «si rivela sempre più come uno *strumento* di calcolo e di previsione piuttosto che una teoria rappresentativa di qualche realtà: una perfetta visione di filosofi idealisti»; essa «tende a creare dei paradossi quando viene interpretata in chiave troppo realista» (A. STRUMIA, *Le scienze, verso una teoria dell’analogia?*, «Divus Thomas», 100 (1997), pp. 65-88; p. 65, p. 67 nota 4). E a p. 65 nota 2 riferisce che i medievali direbbero che esse sono teorie matematiche piuttosto che fisiche, nel senso che salvaguardano i fenomeni, senza parlare di ciò che accade in natura. E trascrive una bella citazione di TOMMASO D’AQUINO, *In De Coelo*, lib. I, lec. 17, n. 2, sulla concezione tolemaica.

²⁴ Ai rapporti tra la cosmologia scientifica e la cosmologia filosofica è dedicato il notevole saggio di J.J. SANGUINETI, *El origen del universo (La cosmología en busca de la filosofía)*, EDUCA, Buenos Aires 1994.

ha messo in evidenza che spesso perfino i paradigmi vengono costruiti ed abbandonati per ragioni extra-scientifiche ossia “prive di senso scientifico”, ma che paradossalmente si rivelano vitali per la scienza. Pensiamo all’influsso della cultura: lineare-ciclica, progressiva-stabile, ottimistica-pessimistica. Pensiamo pure all’influsso delle filosofie, per esempio platonica (idealista, matematizzante) e aristotelica (realista, biologizzante); e all’influsso delle religioni: indiana o cristiana. Tale influsso positivo è stato confessato dal grande biologo Conrad H. Waddington, nel suo saggio del 1969 intitolato proprio *Le conseguenze pratiche [= scientifiche] dei credi metafisici sul lavoro di un biologo*²⁵. Egli si ispira alla filosofia olistica e antiatomista di Whitehead, che risalta le nozioni di unità e di sistema.

Ecco dunque alcune conclusioni che si devono trarre dalle precedenti riflessioni: 1) le certezze scientifiche su argomenti complessi esistono soltanto nelle semplificazioni degli scienziati; 2) non conviene dare per dimostrati eventi che non lo sono; bisogna, quindi, distinguere ciò che si conosce con certezza, dalle ipotesi più o meno probabili e dalle congetture; 3) non bisogna dare alla scienza più fiducia di quanto essa si merita.

2. Riflessione epistemologica sulla qualità e sul numero dei dati

Come si è asserito prima, compete alla prudenza indicare se il numero di dati è sufficiente per proporre un risultato affidabile: come, per esempio, il numero di punti intermedi fra due estremi per tracciare una traiettoria probabile.

2.1. L’inutile accumulo di elementi

Al giorno d’oggi la scienza può fornire un’ingente quantità di dati. Di un ponte romano, per esempio, si conoscono non soltanto le pietre, ma pure i cristalli, gli atomi e persino i quark che lo compongono. Ma il costruttore può fermarsi ad un certo livello di conoscenze; come dire che sotto tale livello i dati sono inutili per lui. Allargando questa verità, risulta che la conoscenza spontanea e la conoscenza degli antichi può raggiungere le essenze delle cose (i noumeni) senza dover inseguire l’ultima novità (che è il mito filosofico del modernismo), senza essere costretti a individuare tutti i componenti (che è la fallacia microscopista di cui sopra), senza rincorrere una verità esauriente che non sarà mai raggiunta (in ciò risiede l’errore del popperismo). Potrebbe essere denominato il “mito della esaustività”. Alla stregua del matematico Gödel, diverse scienze si sono tolte questo paraocchi e hanno evidenziato che numerose ricerche nell’ambito della paleontologia, dell’anatomia comparata, dell’embriologia e della genetica potrebbero essere state risparmiate e le energie lì sprecate impiegate altrove se si fosse tenuto nel dovuto conto questo fattore.

²⁵ C.H. WADDINGTON, *L’evoluzione di un evoluzionista*, Armando, Roma 1979, pp. 23-24. Libro in cui sono contenuti i suoi principali articoli. D’ora in poi verrà citato con la sigla WADD.

2.2. L'emergenza del tutto sulle parti

Ma c'è un'altra ragione che rende vano addentrarsi troppo nel livello microscopico: come è stato indicato addietro, il tutto è qualcosa-in-più della somma delle sue parti, anche se queste fossero infinite. Detto in altro modo: il tutto (e le sue leggi) emergono dalle parti (e dalle rispettive leggi) che lo integrano. Potrebbe essere denominato "emergentismo"; oppure "formalismo" (in senso profondo), in quanto opposto al materialismo descritto sopra; o ancora "macroscopismo", come contrario al "microscopismo". Si approda allora ad una "nuova scienza", ad una scienza cioè non riduzionista (che, d'altronde, lascia spazio allo spirito invece di ridurlo a materia, come avviene quando un atto di volontà viene ridotto a scarica elettrochimica). In verità queste idee non sono nuove: già la psicologia della *Gestalt* dell'inizio del Novecento aveva sottolineato che nella dinamica dei sistemi percettivi il tutto è diverso dalla somma delle parti. Purtroppo, molte delle discipline che si occupano del problema delle origini non si sono staccate dalla vecchia prospettiva e proseguono lungo la strada delle somiglianze genetiche e morfologiche. Simile atteggiamento sorprende chi bada al fatto che l'unificazione perseguita accanitamente dalla fisica conduce a risultati che trascendono i fenomeni unificati. Basti citare un solo caso: l'elettromagnetismo codificato da Maxwell (tutte le onde a noi più familiari, dalla luce alla radio) va ben oltre i fenomeni elettrici e magnetici sperimentati fino a quel momento.

2.3. I piccoli grandi elementi

È necessario ora aggiungere un terzo aspetto che completa i due precedenti. Talvolta è doveroso tener conto di qualche elemento del livello inferiore: allorché i suoi effetti trascendono le profondità microscopiche ed emergono in superficie. Nell'esempio precedente, l'architetto romano deve esaminare le rocce affinché non contengano impurità che facciano poi sbriciolare il ponte. Accade più spesso di quanto si pensi che le piccole cause scatenino un finimondo. In fisica potremmo rammentare come le impurità modificano i punti di ebollizione e di fusione, e la conduttività elettrica; in chimica, il ruolo dei catalizzatori (p.es. gli enzimi) e quello dei detonatori; in medicina i microbi; nella storia umana, la perdita di un ferro del cavallo del condottiero; nella vita di tutti i giorni, l'avviamento del motore della macchina con un semplice girare la chiave. I sistemi in cui esistono cause piccole con effetti moltiplicatori, esponenziali, sproporzionati, geometrici sono i sistemi complessi (p.es. i moti turbolenti). Si tratta di un nuovo ambito del reale: nuovo in profondità e in ampiezza. Sono sistemi retti da nuove leggi (leggi del caos), descritti da nuove equazioni (equazioni non lineari) e, infine, studiati da una "nuova scienza".

La "vecchia scienza" — intendendo con ciò quella di Bacon, Galileo, Newton e Laplace — aveva dichiarato *trascurabili* queste piccole cause, in parte perché non disponeva di strumenti per rivelarle e per seguirle, in parte perché deturpavano il pregiudizio platonico di un ideale immacolato, e in parte perché sfuggivano al suo pregiudizio di dominare. Ma dichiarando inesistente la realtà che non si riusciva a

cogliere, l'antica scienza ha compiuto un riduzionismo e una ultrasemplificazione²⁶. Per nostra fortuna, oggi ci sono pregevoli tentativi di assumere nelle cosiddette "teorie ampie" quanto era stato tralasciato sinora²⁷.

Non è privo di ironia che alle medesime conclusioni sia giunta quella scienza che segna l'esordio della scienza moderna, vale a dire la cosmologia. Newton, nei suoi *Principia Mathematica* del 1687, stabilì i principi della dinamica studiando il sistema solare, costituito dal sole e da 9 pianeti; tale sistema di 10 corpi, per una serie di tre fortunate conseguenze, può trasformarsi in 9 sistemi indipendenti di 2 corpi di movimenti regolari, di facile soluzione. In realtà, Newton ritenne trascurabile ciò che a rigor di termini non lo è, ossia l'influsso di un terzo corpo nei 9 sistemi binari sole-pianeta. Ma che cosa succede se intervengono 3 o più corpi? Il matematico francese Poincaré dimostrò che un sistema di tre corpi ha un comportamento irregolare perché è intrinsecamente indeterminato, e perciò è imprevedibile e indecidibile. Le critiche più serie a certe modi di spiegare l'evoluzione denunciano l'ultrasemplificazione degli organismi, che in verità sono sistemi altamente complessi.

È palese che una concezione in cui il tutto è una funzione lineare dei costituenti sbocca nel determinismo; e che invece quella che ritiene che sia una funzione non lineare approda nell'indeterminismo. Un indeterminismo del tutto che non equivale a un indeterminismo totale o assoluto, però. Difatti ora sappiamo che il determinismo globale o macroscopico può essere costituito da un indeterminismo microscopico (p.es. la pressione del gas dovuta ai movimenti molecolari browniani, il movimento degli elettroni nell'atomo), che l'indeterminazione o caos è sottomessa a rigide leggi; o viceversa, che leggi deterministe generano comportamenti complessi e caotici (p.es. le formiche matematiche di Langton, ricercatore all'Istituto di Santa Fe, o i più conosciuti frattali di Mandelbrot). Insomma la "nuova scienza" lascia maggiore spazio al caso, ma sempre entro certi limiti. Il che significa che invece di giungere a coordinate precise — ad un punto o ad una circonferenza — come pretendeva la vecchia scienza, la nuova non trascura i margini di incertezza e approda a aloni — una sfera o un toro —. Detto in altro modo, entro certi margini ci sono molte strade — e non una sola — per arrivare a Roma e per uscire da Roma, con la imprevedibilità che ne deriva. Se la fluttuazione è talmente piccola che rimane nella propria strada, apparentemente non è successo nulla, il cambiamento di corsia può essere trascurato, e quindi il viaggio può essere descritto secondo le equazioni lineari e deterministe; se, al contrario, la fluttuazione fa deviare ad un'altra strada (che arriva a Bari e non a Roma), allora gli effetti sono consistenti e vanno descritti mediante equazioni non

²⁶ «È finalmente chiaro perché possiamo considerare Galilei e Newton impostori: hanno falsificato perché hanno semplificato» (F. DI TROCCHIO, *Le bugie della scienza*, o.c., p. 333). Hanno semplificato matematizzando ciò che era fisico: ritenendo inesteso ciò che era esteso, come la massa dei pianeti.

²⁷ Per esempio, le qualità bandite da Galilei riemergono oggi nelle teorie matematiche. Con Galilei e Newton «la scienza è passata dal mondo del pressappoco all'universo della precisione. Oggi ci avviamo a ritornare nel mondo del pressappoco, ma non si tratta di un regresso. (...) Una delle conseguenze è che non sarà più possibile utilizzare il criterio della ripetibilità per stabilire se una teoria è vera o falsa» (F. DI TROCCHIO, *Le bugie della scienza*, o.c., p. 333).

lineari e indeterministe (statistiche). Tutto questo vuole dire che la realtà è flessibile e ampia anziché rigida e stretta, come voleva l'antica scienza; e contro l'univocità di questa, il linguaggio che si addice alla nuova è l'analogia²⁸.

Queste verità provocano effetti dirompenti sulla pretesa esistenza di un gradualismo nella storia del cosmo, dei viventi e dell'uomo, e sul tentativo di guardare molto indietro. Favoriscono invece l'esistenza di una successione a salti o scatti, di successi irripetibili e quindi imprevedibili, nonché di maggiori stupore e umiltà nello scrutatore.

2.4. Gli elementi collegati

Infine bisogna non nascondere che la vecchia scienza aveva tralasciato l'influsso degli elementi vicini: riteneva ogni parte insensibile al contesto e dunque indipendente. Qualche volta questo comportamento è comprensibile poiché tale influenza è piccola (come nel caso dei vari corpi del sistema solare). Ma altre volte non è così, anzi. È il caso delle molecole, che non sono un aggregato di atomi (il che sarebbe atomismo); o il caso degli organismi, che non sono un'accozzaglia di organi (il che sarebbe organicismo); o infine il caso delle macchine, che non equivalgono a un mucchio di pezzi (il che sarebbe aggregazionismo). È palese che si tratta di un'altra faccia del suddetto "materialismo profondo".

La nuova scienza, al contrario, tiene conto dell'azione delle realtà prossime, vede tutte le realtà interdipendenti ossia sensibili al contesto, e le vede costituendo un'unità superiore, un *holos*, una sostanza (il che non costringe a ritenere ogni realtà pari alle altre e ogni influsso mutuo equiparabile, come se l'unità risultante fosse un vivente, magari divino; non obbliga neanche a reputare — da qualsiasi punto di vista — ogni parte del tutto pari al tutto medesimo: un individuo umano sarà sempre superiore alla sua specie e all'intero cosmo infraumano). Oggi, la cosmologia ha introdotto la "interazione", che in informatica viene chiamata "iterazione", in elettronica "retroalimentazione", in matematica "autoreferenzialità", in giurisprudenza "corresponsabilità".

Il suddetto influsso, essendo reale, produce una vicendevole modifica delle parti coinvolte. Ciò significa che queste si automodificano, si autoaggiustano e, di conseguenza, che svolgono funzione proprie, le quali contribuiscono alla funzione svolta dal tutto²⁹. Potremmo dire che si tratta di una riscoperta in ambito scientifico del principio sociale della sussidiarietà, del federalismo, della collaborazione organica.

Siamo allora ben lontani da quella scienza che concepiva gli organismi come macchine (l'organicismo), e le macchine come aggregazione di pezzi mossi immediatamente dall'esterno (una sorta di armonia prestabilita che va sotto il nome di meccanicismo). Ma né gli organismi né le macchine sono dei burattini stratonati dai

²⁸ Cfr. C. LLANO, *Cuatro conceptos para un pensamiento no ilustrado (analogía, otredad, empatía y epimeleia)*, «Tópicos», 6 (1994), pp. 117-155; A. STRUMIA, *Il problema della creazione*, o.c.

²⁹ Un bell'esempio lo rappresentano le strutture dei viventi, molte delle quali lavorano per metà a trazione e per metà a compressione: cfr. D.E. INGBER, *L'architettura della vita*, «Le Scienze», 355 (1998), pp. 40-49.

fili: sono organi organizzati e pezzi assemblati che svolgono funzioni interne o proprie.

2.5. Sintesi: vecchia e nuova scienza

È stato esposto nelle pagine precedenti che un quadro di riferimento scientifico condiziona il modo di interpretare i nuovi dati acquisiti (sino ad un certo punto, ovviamente; fino a che qualche dato stona senza che possa essere silenziato). Di qui l'importanza decisiva di un corretto quadro scientifico di riferimento. La nostra tesi è che molte delle discussioni intorno all'origine e all'evoluzione sono la conseguenza dell'impiego di una cornice incapace di ospitare parecchi fatti, come d'altronde è accaduto in tanti altri campi. Per alcuni, la difesa della razionalità portava a privilegiare l'impianto teoretico unitario e a prescindere dai fatti ritenuti "anomali"; per altri, la difesa della medesima razionalità portava a considerare i fatti a scapito della costruzione teoretica. Il perenne contrasto tra idealisti e realisti si propagava nell'ambito delle scienze. Ma sembra giunta l'ora di risolvere la polemica con il superamento del paradigma scientifico in cui era cominciata. È il momento di rileggere i molti dati accumulati sinora all'interno di una nuova scienza, di una scienza post-baconiana-galileana-newtoniana: in breve, di una scienza post-moderna. Come si fece al tempo di Copernico e all'epoca di Einstein.

A questo punto sorge la domanda: allora, la scienza obsoleta e le sue applicazioni al nostro tema sono state inutili? La risposta è simile a quella che dovrebbe fornirsi a proposito dell'utilità dell'alchimia. La risposta è dunque salomonica: nel suo campo e restando a livello grossolano tali saperi sono stati utili, giacché hanno reso possibile un'ipotesi unitaria e hanno spinto le ricerche finalizzate a verificarla; ma tenendo conto che hanno impedito l'analisi in altri campi e a livelli raffinati, che hanno fatto spendere molte energie per ottenere ben poco, e infine che hanno ostacolato l'elaborazione di un migliore paradigma tali saperi, sono stati dannosi. Se dopo aver constatato che il modello scricchiolava si fosse collaborato nella ricerca di uno più aderente ai fatti, oggi avremmo forse sorpassato di gran lunga i considerevoli successi raggiunti.

3. Ambiti della realtà

Restando nell'ambito dell'"evoluzione come fatto" e senza sconfinare in quello dell'"evoluzione come spiegazione" (scientifica, filosofica)³⁰, che riserviamo per un ulteriore articolo, passiamo ora in rassegna lo stato attuale della questione nelle diverse aree del reale. Conviene ricordare però che le forme imperfette (p.es. quella embrionale e quella vecchia di un organismo vivente) vanno lette dopo aver capito la forma perfetta (l'adulto); per lo stesso motivo, il passato e il futuro possono essere esplorati soltanto dopo aver compreso il presente, e a condizione che la realtà e le leggi che ne derivano restino costanti: la prospettiva sincronica precede quella dia-

³⁰ La terminologia è stata definita nel nostro precedente articolo citato nella nota 1, a pp. 129-132.

cronica e, dunque, il problema dell'origine. Si tratta però sempre di estrapolazioni, benché verosimili. Ma il fatto che sfuggano ad un tipo di scienza, non significa che sfuggano a tutti i tipi; in concreto, il mondo dopo e prima il Big Bang sfugge alla fisica, ma non alla filosofia e dunque alla logica.

3.1. Cosmogenesi

L'incompleta conoscenza delle proprietà del neutrino traccia una soglia oltre la quale non si può dire nulla sulla natura dell'universo (tre minuti circa dopo la sua nascita ipotizzata). La conoscenza di queste proprietà e di quelle delle altre particelle permetterebbe di risalire fino a pochi istanti dopo la sua comparsa³¹. Non prima, perché allora il cosmo possiederebbe requisiti di densità e temperatura enormemente differenti dalle attuali e con leggi altrettanto diverse e quindi sconosciute a noi. Sconosciute oggi e sempre, poiché non sarà mai possibile riprodurre in laboratorio le condizioni di partenza. C'è uno iato, una transizione di fase tra le due epoche. In conclusione, la fisica non può parlare a rigore della cosmogenesi. Ammesso che la massa totale del cosmo, oggi ignorata, superasse una certa soglia, l'ipotesi che prospetta prima un universo "chiuso" (ossia ora in esplosione e dopo in implosione) e *proietta* poi questo processo indietro e in avanti, secondo un universo "ciclico", presuppone ciò che invece dovrebbe dimostrare: presuppone cioè la costanza della gravitazione al di là della fase costituita dal cosmo odierno. E della gravitazione si sa tuttora ben poco: è forse il maggiore enigma dei fisici, è quella forza che si rifiuta di venir unificata.

Se la fisica niente può indicare sulla genesi di *questa* fase dell'intero cosmo, e niente sulla genesi o sintesi delle particelle³², qualcosa può enunciare invece sulla genesi dei nuclei (o nucleosintesi), e poi sulla genesi degli atomi e delle molecole (dando avvio alla chimica). Le *genesi* di alcune parti del cosmo da altre parti rientrano nella *evoluzione* del cosmo rispetto tutto. Riguardo a quest'ultima evoluzione si può sostenere che è stabile o statica in quanto alla quantità (o alla materia o energia, intese ambedue in senso largo): nulla si crea né si distrugge. In altri termini, da questo punto di vista non c'è evoluzione o cambiamento. Ma c'è evoluzione o trasformazione rispetto alla qualità ossia alla forma: la materia si trasforma in energia e viceversa (interpretandole ora in senso stretto), un gruppo di corpuscoli si trasforma in un altro. C'è dinamismo, c'è trasformazione (in senso stretto: emergenza di una nuova forma, che possiede proprietà inedite). D'altronde, il volume dell'intero cosmo cresce e la temperatura e la densità e l'ordine di esso diminuiscono: quindi, da un certo punto di vista, l'evoluzione è regressiva. Ma in alcune parti di siffatto intero l'evoluzione avviene in senso opposto: vale a dire, nel formarsi delle particelle, nuclei, atomi, molecole, nuvole di gas, galassie, ecc. Bisognerebbe spiegare perché le nuove forme compaiono andando contro la corrente ove nascono.

Questo fatto pone un problema che si ritrova dappertutto: in fisica, in chimica, in

³¹ Qui non teniamo conto delle restrizioni dovute all'ammontare delle supposizioni, aspetto esaminato pagine addietro.

³² Non sa perché esisteva *questa* data eterogeneità che ha portato alla comparsa di *questa* materia.

biologia, e in altre scienze. *A parte pro*, i reattivi di una reazione (p.es. acido e base, i gas idrogeno e ossigeno) possiedono proprietà essenzialmente differenti da quelle del prodotto che ne risulta (il sale, il liquido acqua): sono proprietà emergenti, dicevamo. Generalizzando il fatto si può dire che il tutto — ossia la forma — emerge dall'insieme delle sue parti, ossia dalla materia: la forma non è soltanto la somma degli elementi materiali. Si dovrà accettare che tale sintesi accade da sola, in virtù delle tendenze insite in ogni elemento materiale. Il che significa la riscoperta della tendenza o finalità come realtà fisica e non solo come fantasticheria filosofica.

Altre volte, i reattivi non sono in grado di reagire da soli, ma hanno bisogno di un sostegno esterno (catalizzatore, temperatura, e altri): diremmo che è un aiuto nell'ordine dell'esercizio. Non di rado sono tali aiutanti a determinare pure l'indirizzo della reazione e quindi del prodotto finale: diremmo che è un aiuto nell'ordine della specificazione. Questo modo di procedere si ritrova in chimica, in astrofisica e in biologia. In quest'ultima scienza, però, non di rado si è diminuito o aumentato l'intervento esterno, attribuendo l'agire alle sole energie interne degli organismi (privilegiando il caso) oppure alle sole energie esterne ad essi (privilegiando l'influsso ambientale). Spesso il ruolo di siffatte energie interne o esterne è stato modificato, talvolta in senso deterministico oppure in senso indeterministico.

Non suppone una grande difficoltà esclamare che ogni parte dell'odierno universo proviene da quell'atomo universale ipotizzato dall'ipotesi del Big Bang. Come non solleva questioni per chi è monogenista affermare che ogni uomo attuale è figlio di Adamo ed Eva; o che ogni lingua attuale deriva dalla lingua parlata nell'Eden. La struttura grafica sarebbe un albero, con un solo tronco e vari rami a sua volta ramificati. Le difficoltà affiorano quando ci si concentra su una parte di quell'intero: questi due ramoscelli nascono da uno stesso ramo? o nasce addirittura uno dall'altro? Per esempio, la lingua cinese e la indoeuropea nascono dal medesimo ramo? Napoleone è figlio di Nerone? la Terra deriva dal Sole? i mammiferi provengono dai pesci? Generalizzando, il dilemma è il seguente: successione o filiazione?

È lapalissiano che tutte le condizioni primordiali dell'universo hanno permesso un'evoluzione che è sbocciata nella situazione odierna dove esiste il pianeta Terra e in esso gatti e uomini. Questa verità è la formulazione “debole” del cosiddetto “principio antropico”³³ (che solo per umana civetteria non viene chiamato con espressioni altrettanto vere come “principio gattotropico” o “principio geotropico” o “eliotropico”). La versione “forte” del principio antropico³⁴ incorre nel determinismo, nella probabilità infinita ovvero nella certezza: tutto era rigidamente scritto nei requisiti iniziali; Edipo, ad esempio, sarebbe nato per impersonare una tragedia. Invece la versione “debolissima” ammette l'indeterminismo, l'improbabilità infinita: quasi niente era scritto, siamo approdati qui per fortuna, per caso, per puro miracolo. La

³³Proposta nel 1955 dal fisico G.J. Whitrow e rimodellata nel 1957 da Robert H. Dicke, dell'Università di Princeton.

³⁴Formulata dal fisico Brandon Carter nel 1974, in una celebre conferenza presso l'Unione Astronomica Internazionale, il quale coniò l'espressione. Popolarizzata poi da un astronomo e da un matematico: J.D. BARROW & F.J. TIPLER, nel volume *The Anthropic Cosmological Principle*, Clarendon Press, Oxford 1986.

verità invece si trova nella via di mezzo: il mondo è come ora lo conosciamo perché frutto delle tendenze limitate, ossia delle tendenze in parte determinate e in parte indeterminate; frutto dunque in parte della necessità e in parte del caso o contingenza (reali, non gnoseologici). È andata così, poteva andare in molti altri modi, ma non in numero infinito (ecco un errore non infrequente: scambiare il numero altissimo con l'infinito; il primo difatti è pur sempre limitato, mentre il secondo no). La contingenza di ogni stadio dell'evoluzione del cosmo significa che piccole fluttuazioni casuali conducono a risultati molto diversi tra di loro. Di sicuro è la forza gravitazionale a condensare le molecole di una nuvola di gas formando le stelle; ma come tale nuvola si sgretoli e quanta massa si accumuli intorno a certi nuclei di condensazione o attrattori, questo è un fatto casuale (il che non equivale di certo a "senza causa": la causa è una lieve differenza fra i nuclei; ma spesso queste differenze sono talmente piccole che risultano inconoscibili da noi).

Cosa sappiamo dell'evoluzione di alcuni costituenti del cosmo? Che alcuni non si sono evoluti da quando sono nati. Per esempio, gli atomi di idrogeno e del suo isotopo deuterio si formarono tutti molto presto e mai più: dopo si consumano soltanto nella sintesi di elementi più pesanti, sicché quelli che oggi esistono sono quelli primordiali. Perciò la loro proporzione relativa viene utilizzata per calcolare l'età del mondo. Le nubi di idrogeno si condensano e danno luogo a diversi tipi di stelle a seconda della loro massa: maggiore è la massa, maggiore temperatura si raggiunge nel nucleo e diverse reazioni nucleari possono innescarsi. In stelle di medie dimensioni si formano gli elementi atomici più leggeri del ferro; in quelle di grandi dimensioni, gli elementi più pesanti. Dal contingente affastellarsi di elementi proiettati dalle stelle nello spazio si producono altre stelle e pianeti, compreso il sistema solare. Ma questi elementi non sono cambiati dal momento della loro formazione: sono fossili ben conservati e ben attivi. Come si sono combinati poi questi atomi nel formare le molecole che conosciamo — silicati, acqua — e che rappresentano i continenti e gli oceani è un altro episodio di nuovo insieme necessario e contingente.

3.2. Biogenesi

Per "biogenesi" si intende la "genesì della vita" o degli organismi a partire ovviamente dalla non-vita, da molecole abiotiche o inorganiche a quelle biotiche o organiche. Si è tentato in ogni modo di verificare in laboratorio tale reazione simulando le condizioni probabili dell'universo primitivo³⁵. Si inoltrò per questo sentiero nel 1922 il chimico russo A.I. Oparin. Lo scetticismo degli scienziati cominciò a sgretolarsi dopo gli esperimenti del 1953 di Stanley J. Miller, dell'Università di Chicago, il quale ottenne 4 dei 20 aminoacidi componenti le proteine: glicina e alanina in modeste quantità, altri aminoacidi in misura ancora minore. Si ottennero anche pezzi di

³⁵ A dire il vero, non c'è unanimità nemmeno su quali fossero tali condizioni. Si riteneva che fossero morbide (una tranquilla "zuppa" primordiale), fino alla scoperta degli archeobatteri nelle sorgenti termali in fondo agli oceani: ora qualcuno prospetta che le condizioni ottimali fossero quelle estreme oggi proibitive (una "bolgia" primordiale). Altri, come L.E. Orgel, ipotizzano ora che la vita uscisse dal fango, giacché la superficie della creta può agire da catalizzatore.

RNA e di DNA, ma in condizioni meno favorevoli di quelle degli aminoacidi. Questi sono i costituenti delle macromolecole fondamentali per vivere: proteine e acidi nucleici. Alcuni chimici, come A.E. Wilder³⁶ e B. Wollmert³⁷, hanno fatto notare che la suddetta reazione forma sì quei prodotti, ma che essa non può proseguire e si autodisinnescia perché molti dei prodotti impediscono la sintesi degli altri. Inoltre, hanno indicato che la sintesi degli aminoacidi richiede un ambiente acquoso, mentre la sintesi delle macromolecole per polimerizzazione è bloccata da tale circostanza. Bisogna aggiungere che una proteina corta non catalizza proprio nulla, ossia per farlo deve superare una soglia minima; in altri termini, la capacità catalitica non è graduale bensì discontinua. Inoltre, la sintesi chimica approda ad una miscela racemica (uguali quantità di isomeri che deviano la luce polarizzata in senso dextro o levo), mentre i prodotti biologici sono sempre di un solo tipo. Aver prodotto qualche mattone portò molti a fantasticare di essere ad un passo dall'ottenere i muri e quindi l'edificio. Ma che era un'illusione lo ha verificato di persona un seguace di Miller — L.E. Orgel — dopo più di trent'anni di tentativi infruttuosi in ogni condizione immaginabile. Qualunque altro scienziato avrebbe negato la biogenesi come fatto, ma egli continua a *crederci*, sebbene lasci trapelare qualche timido dubbio.

Se non è possibile che una semplice proteina sia stata la prima molecola organica, a maggior ragione non lo saranno state molecole più complicate come l'acido RNA e l'ancor più complesso acido DNA (poiché la probabilità diminuisce geometricamente con la crescita aritmetica della complessità). Questi avevano a loro favore la capacità autocatalitica, ossia la facoltà di aggregare se stessi, di moltiplicarsi insomma. Sicché oggi sono state abbandonate ipotesi in voga negli anni '60 e '50 sul RNA e sul DNA come le prime molecole della biogenesi. Ammesso e non concesso che fosse stato possibile formare una di queste tre molecole, oggi siamo consapevoli che nessuna delle tre è in verità autocatalitica, cioè che per sintetizzare se stessa richiede le capacità catalitiche delle altre due. Ciò significa che solo il loro assemblaggio costituisce un insieme funzionante: il resto sono pezzi di cadavere³⁸. Di conseguenza, la probabilità di una comparsa casuale, simultanea e in concentrazione sufficiente di questi tre reagenti è infinitesimale, ossia nulla.

Si è riflettuto finora sulla complessità della riproduzione. Ma questa non avviene se il reattore chimico non possiede un sistema energetizzante complesso. Allora, l'interdipendenza complessa di due sistemi complessi fa diventare esponenzialmente complesso il risultante sistema totale. Il flusso collegato dei reattivi, catalizzatori e energetizzanti viene nominato "metabolismo connesso". La sua probabilità è infinitesimale.

³⁶ Cfr. A.E. WILDER, *Die Naturwissenschaften kennen keine Evolution*, Schwabe, Basel & Stuttgart 1982.

³⁷ Cfr. B. WOLLMERT, *Das Molecül uns das Leben. Vom makromolekularen Ursprung des Lebens und der Arten: Was Darwin nicht wissen konnte und Darwinisten nicht wissen wollen*, Rowohlt, Reinbeck bei Hamburg 1985; *Die Entstehung der Lebenwesen in naturwissenschaftlicher Sicht. Darwins Lehre im Lichte der makromolekularen Chemie*, Gustav-Siewerth Akademie, Weilheim-Bierbronnem 1995.

³⁸ Perciò esclama Monod che «il codice genetico soltanto può essere tradotto dai prodotti stessi della traduzione. Ecco il *omne vivum ex ovo*, nella sua espressione moderna».

Fallito il tentativo di verificare sperimentalmente la biogenesi, alcuni — sfoggiando una buona dose di fantasia — parlano di una origine extraterrestre o, meglio, di una venuta dall'esterno di alcune molecole organiche, se non addirittura di vita già in atto. Ne trovano un appiglio nella coincidenza (in tipo e in proporzioni relative) tra gli aminoacidi ottenuti da Miller e gli aminoacidi che la ricerca spaziale posteriore al 1960 ha riscontrato nelle nubi di gas protostellari e nelle comete, alcuni di essi arrivati sulla Terra su una meteorite caduta vicino a Murchison, in Australia. Ma questi autori non risolvono nessuno dei problemi sollevati poc'anzi, ma li spostano soltanto nello spazio.

Tirando le somme, la risposta alla domanda sulla biogenesi non può essere altra che questa: nel mondo prebiotico ci sono le condizioni necessarie ma non sufficienti per la comparsa della biosfera. Non esistono tendenze intrinseche che portino al suo emergere; non si può provare l'esistenza di una filiazione, ma solo di una successione di stadi. Inoltre sembra provato che non qualche semplice molecola organica, ma una vita relativamente complessa — come quella rappresentata dagli stromatoliti, che sono strutture costruite dai cianobatteri associati alle diatomee — esisteva nello stesso momento in cui il raffreddamento della Terra primordiale ha permesso l'esistenza della vita: ossia 3.600 milioni di anni fa circa³⁹. Ciò significa che la comparsa è stata istantanea (geologicamente parlando), il che abbassa drasticamente le probabilità di un apparire casuale: in altre parole, non è spiegabile. Risultato che è coerente con tutte le esperienze scientifiche di Francesco Redi, Lazzaro Spallanzani e Louis Pasteur smentendo la cosiddetta “generazione spontanea” e affermando l'aforisma: *omne vivum e vivo*. Inoltre, tale comparsa “istantanea” non appartiene soltanto a un tipo di organismo, bensì ai tre (o forse quattro) tipi di organismi apparsi indipendentemente all'alba della vita. E ciò ne fa calare esponenzialmente la probabilità.

3.3. Bioevoluzione: geni delle razze e speciazione

Nel Settecento e Ottocento a molti sembrava del tutto irresolubile il problema dell'origine dei viventi, dal momento che non si conosceva la generazione, la biochimica, la genetica e l'embriogenesi. Oggi, invece, queste tre scienze devono controllare le spiegazioni sull'evoluzione delle specie attuali e, tenuto conto della continuità e validità delle loro leggi, controllare l'evoluzione delle specie del passato. Esse, dopo aver indicato quali sono le strade intransitabili e quelle percorribili, passano la parola alla paleontologia, alla quale spetta segnalare quali vie sono state realmente seguite dagli organismi.

³⁹ Gli organismi primordiali sono unicellulari e vengono chiamati cellule “procariote” (= senza nucleo). Oggi esistono due gruppi: gli “eubatteri” (a cui appartengono i cianobatteri) e gli “archeobatteri”. Uno di questi ultimi è il *Methano-coccus jannashii*, il cui genoma è stato recentemente decodificato. I risultati sono: 1 solo cromosoma, 1738 geni (senza contare la membrana e tutti i costituenti che essa racchiude). Gli organismi del tipo pleuronoma hanno dimensioni del 10% di quelle di un batterio, e il suo genoma forse codifica solo 1.000-2.000 proteine. È l'organismo autonomo più semplice. Il virus non lo è, anche se è più semplice ancora: codifica solo qualche dozzina di proteine. Altro che organismi semplici! Sembra accertato dunque che una relativa complessità sia un requisito della vita.

Dal punto di vista biochimico il contributo teoretico di Stuart Kauffmann, medico e professore nell'Università della Pennsylvania e nel The Santa Fe Institut, si rivela decisivo e rappresenterà una pietra miliare sull'argomento⁴⁰. Oltre a sintetizzare la grande mole degli studi pubblicati negli ultimi anni, egli ha escogitato un impianto matematico (il modello NK) che gli ha permesso di esplorare tutte le possibilità e di scoprire le leggi che regolano i cambiamenti. I suoi risultati teoretici concordano con le analisi sperimentali. Inoltre, adopera il metodo prettamente scientifico di cominciare la sua analisi dalle realtà più semplici (le molecole), per proseguirla poi negli organismi biologici e per azzardarsi a proporre delle soluzioni sugli organismi sociali (non altrettanto solido si rivela, a nostro parere, il suo impianto filosofico: ci sembra che spesso dovrebbe concludere esattamente il contrario di ciò che espone. Ma la base scientifica è ben salda).

Mendel ha provato che la generazione e l'eredità dipendono dai geni (atomi dell'eredità, li chiamò). Negli anni '50, Watson e Crick scoprirono che essi erano in realtà parti di una macromolecola denominata DNA, come le perle sono infilate in una collana o le lettere alfabetiche sono contenute in una enciclopedia o in un programma di calcolatore: ogni volume dell'enciclopedia rappresenta un cromosoma; ogni voce del volume, un gene; ogni voce è costituita da molti brani, frasi, parole, lettere e infine tratti. Sulla scia della scoperta si inciampò nella cosiddetta "idolatria de *il* DNA" (al singolare). Bastava cambiare *il* DNA di un organismo con un altro DNA e si otteneva un altro organismo. Come sostituire l'enciclopedia medica in inglese con un'altra culinaria in francese. Il bello è che siffatta probabilità è relativamente alta. Pian piano si scoprì che si era incorsi in una ultrasemplificazione: non era possibile sostituire d'un colpo l'enciclopedia, ma bisognava farlo volume per volume; se non capitolo per capitolo (gene a gene). Ma così facendo, ossia aumentando aritmeticamente il numero degli elementi, la probabilità calava esponenzialmente.

Kauffmann inizia dallo studio delle macromolecole, in concreto dal DNA. Egli si avvale delle ultime scoperte: che ogni carattere macroscopico ovvero fenotipico non dipende da un solo gene ma da molti geni. Per esempio, l'occhio di un vertebrato sembra gestito da una media di 2.000 geni. Si capisce come la probabilità di passare da non avere occhi ad averli sarebbe relativamente alta se bastasse cambiare un gene, mentre si abbassa esponenzialmente se devono essere cambiati centinaia o migliaia. Kauffmann tiene conto del numero degli elementi (N) di un dato sistema e di un indice (K) che è funzione del numero di collegamenti tra gli N elementi, ossia del grado di interrelazione. Questo viene denominato il "modello NK". È un modello che tiene conto della complessità quantitativa (come la lunghezza della collana o dell'enciclopedia) e della complessità qualitativa (come l'aggrovigliamento della collana o il numero di riferimenti incrociati ossia di collegamenti interni). Contro la semplificazione, la complessità — potremmo intitolare questo cambiamento di paradigma nella biochimica genetica. Contro l'aggregazionismo o indipendenza, l'olismo o interdipendenza delle parti.

⁴⁰ Cfr. S.A. KAUFFMANN, *The origins of order: self-organization and selection in evolution*, Oxford University Press, New York & Oxford 1993. Dato che sarà citato spesso, lo faremo con la sigla KAUFF seguita del numero della pagina.

Kauffmann ha dimostrato che solo questi due fattori sono rilevanti e che il sistema è meno sensibile alle variazioni di N che a quelle di K: quelle crescono meno rapidamente di queste. Quando si cambia un elemento strettamente collegato, l'insieme di collegamenti smette di funzionare; e se tale raggruppamento è essenziale per il tutto, allora questo crolla. Il che significa che quell'unico elemento era imprescindibile. Ma non tutti gli N elementi possiedono lo stesso indice K, vale a dire non tutti sono ugualmente collegati. Pertanto se il caso colpisce un elemento insostituibile tutto crolla, mentre se va a colpire un elemento indifferente non cambia quasi nulla. Inoltre, egli ha analizzato il susseguirsi di cambiamenti probabili e lo ha rappresentato graficamente mediante vallate in un paesaggio di montagna (si è ispirato ai diagrammi di potenziale elettrico e chimico e ad autori precedenti). Sono conclusioni di semplice buon senso, frutto dello scrutare sistemi complessi come un'enciclopedia, un insieme di istruzioni informatiche, una lavatrice o un'organizzazione umana. Ma bisognava che qualcuno le matematizzasse perché il buon senso acquistasse il fascino delle cosiddette vere scienze⁴¹. Solo così si riesce ad accettare che le mutazioni genetiche (semplici lettere o frasi di quell'enciclopedia) e che le mutazioni cromosomiche (interi capitoli) o sono lievi, indifferenti o neutre sicché non intaccano la stabilità dell'insieme, oppure sono intense e importanti distruggendolo (si dice che quelle letali sono 10-15 volte superiori di quelle non letali). Detto in altro modo, i sistemi sono sostanzialmente stabili e permettono solo leggere variazioni. Anche perché la frequenza delle mutazioni è bassa. Applicato agli organismi viventi: essi sono stabili, generano soltanto varietà o razze ma non specie (o al massimo specie vicine), e i cambiamenti che oltrepassano una certa soglia distruggono gli organismi e le loro specie: oltre una certa soglia la strada degli organismi trova un muro o un abisso. Il che significa che la pressione ambientale — o, in terminologia darwiniana, la selezione naturale — non può essere troppo forte. Inoltre, distinguendo i sentieri percorribili dai sentieri non percorribili, Kauffmann ha riscoperto la finalità. Finalità dei costituenti che si autoorganizzano per generare un insieme a sua volta finalizzato. Finalità dell'organismo intero che si oppone alla pressione della selezione naturale. Questa, insomma, è una forza debole a confronto della finalità.

Simili conclusioni sono sancite da: 1) l'esperienza ordinaria: non si hanno notizie storiche della comparsa di nuove specie⁴²; 2) gli esperimenti di laboratorio: non si è riuscito ad allevare nuove specie⁴³; 3) i risultati della genetica: le mutazioni viabili

⁴¹ È significativo che anni prima, un filosofo e teologo (P.C. LANDUCCI, *La verità sull'evoluzione e l'origine dell'uomo*, La Roccia, Roma 1984³, p. 73) avesse ragionato in modo uguale. Parla della probabilità di combinare tutte le lettere che compongono la *Divina Commedia*, e della successiva aggiunta di complessità di legami (p.es. i vincoli ortografici e sintattici). Ma tali legami non spiegano il mirabile ordine di significato delle parole e frasi, ovvero i vincoli intelligenti; questi rimandano ad uno scrittore intelligente.

⁴² Almeno assai diverse dalle specie di origine: si hanno notizie invece di razze che perdono la interfecondità. Se questa proprietà viene ritenuta essenziale per definire le specie, allora è apparsa una nuova specie, ossia ha avuto luogo una "mini-evoluzione", ma non una "macro-evoluzione". Cfr. l'articolo precedente, citato nella nota n. 1 (pp. 129-132) per la terminologia adoperata.

⁴³ Nemmeno i batteri, che si riproducono a grande velocità, hanno prodotto nuove specie nell'acquisire resistenza agli antibiotici; hanno generato solo nuove varietà. Lo stesso dicasi dei virus, p.es. quello dell'influenza A: ferma da milioni di anni mentre resta nel suo ospite naturale (l'anatra) produce nuove varietà sotto la spinta dell'ambiente metabolico di un nuovo ospite: l'uomo.

sono neutrali o irrilevanti⁴⁴; 4) i risultati della paleontologia: 4.1) i meccanismi di moltiplicazione genetica (DNA, RNA, proteine; divisione asessuale) sono rimasti invariati da quando esiste la vita, così come molti elementi cellulari, nonché gli stessi organismi (a cominciare dai procariota unicellulari, continuando con una serie sterminata di organismi pluricellulari eucariota, e dal loro modo di riprodursi: sessualmente; per questa stupefacente stabilità vengono denominati “fossili viventi”⁴⁵); 4.2) le specie si diversificano gradualmente in razze, ma non in nuove specie (o al massimo, in specie vicine); 5) la constatazione della biologia, della chimica, della fisica: gli oggetti da esse studiati possiedono affinità, tendenze, finalità. Riassumendo: la microevoluzione è un fatto scientifico; la macroevoluzione no (è solo un’ipotesi senza base sperimentale); la minievoluzione è improbabile ma non impossibile.

La paleontologia ha mostrato che la bioevoluzione non è avvenuta gradualmente, ma per una successione di comparse (o salti o balzi o scatti o strappi) e di stalli (o stasi). Sappiamo che i procariota sono apparsi 3.600 milioni di anni fa e che sono rimasti gli unici abitanti per ben 2.000 anni. Comparvero poi, ossia 1.400 miliardi di anni fa, le cellule “eucariote” (ossia con nucleo). Durante i primi 800 milioni di anni rimasero solo come organismi unicellulari (i protisti); soltanto 600 milioni di anni fa comparvero i pluricellulari (funghi, piante e animali inferiori). Alcuni parlano di Big Bang vegetale nel Cretacico, quando nacquerò le angiosperme o piante con fiori. Poco dopo, ossia 530 milioni di anni fa e durante 5 milioni, ossia “istantanea” geologicamente parlando, avviene la cosiddetta “esplosione cambriana” oppure il “Big Bang dell’evoluzione animale”, come testimoniano gli strati della Burgess Shale, nella Columbia britannica. Tale esplosione o radiazione biologica generò 100 phyla o tipi, tra i quali si contano i cosiddetti animali superiori. Tali phyla vengono designati da Gould “specie basiche”, e ben potrebbero identificarsi con le “specie madri” o “ceppi comuni” o “ideomorfi” di Grassé o “archetipi” di Waddington. Essi vengono creati però senza un filo logico di maggiore complessità, il che indica che sono comparsi non solo simultaneamente ma anche indipendentemente fra di loro. Dopo non compaiono tipi nuovi, ma loro variazioni, cioè le classi e gli ordini (comparsi anch’essi esplosivamente). Nella classe che comprende i mammiferi si sarebbero avute almeno tre grandi radiazioni: 1) una sul finire del Paleozoico (250 milioni di anni fa), 2) un’altra durante il Mesozoico (200 milioni) con la formazione dei mammiferi primitivi, e una più estesa all’inizio del Cenozoico (65 milioni) con la formazione dei mammiferi più recenti. Molte di queste specie si sono poi estinte. Rappresentando icasticamente l’evento si potrebbe dire che accanto all’alberetto già esistente sono nati numerosi altri alberelli o, se si preferisce, molti cespugli, parecchi dei quali sono deceduti, e in alcuni dei sopravvissuti sono morti alcuni rami. Allora, tutto sommato, il numero delle specie dal Cambriano fino ad oggi sembra pressoché costante (sebbene la monotonia sia cresciuta).

⁴⁴ Per Kauffmann (p. 26) la critica più seria a livello microscopico o genetico procede dalla «teoria del neutralismo delle mutazioni», approntata nel 1982 dai giapponesi M. Kimura e T. Ohta.

⁴⁵ Parecchi sono stati trovati prima in forme fossili e poi scoperti vivi e vegeti. Il caso degli organismi unicellulari è stupefacente non solo per la durata, ma anche per la loro vulnerabilità.

Inoltre, non si apprezza una dipendenza di queste nuove specie sorte nel Cambriano dalle specie preesistenti. Basandosi su parecchi dati, il paleontologo saltazionista Gould scrive: «La nostra impressione che la vita evoluziona verso una maggiore complessità obbedisce, verosimilmente, ad un taglio ispirato da una prospettiva campanilista, nonché all'eccessiva attenzione verso gli organismi complessi, mentre lasciamo da parte altre stirpi che si adattano ugualmente acquistando una forma più semplice». Solo se in un dato momento vengono privilegiati i pesci, siamo nella cosiddetta "età dei pesci", per passare successivamente alla "età dei rettili" se i rettili sono favoriti, giungendo alla "età dei mammiferi" e approdando alla "età dell'uomo". Egli rammenta, inoltre, che i batteri sono i viventi più antichi e più semplici, ma sono rimasti, hanno avuto molto successo, sono tuttora molto comuni e sono aumentati in numero di specie e in quantità. «L'aspetto più saliente della storia abiologica è la stabilità del modo di vita batterico, dalle prime testimonianze fossili fino ad oggi e, quasi certamente, anche per tutto il futuro della Terra. La nostra è in realtà l'"età dei batteri", come era all'inizio e come sarà sempre. (...) I batteri rappresentano il più grande successo della storia della vita»⁴⁶. Il gradualista R. Dawkins, in *L'Orologiaio cieco*, concede che le nuove forme non hanno ancestri. La mancata filiazione tra le specie pre e post-cambriane implica che tale passaggio o evoluzione è una semplice successione. Per i biologi, la comparsa istantanea delle specie madri resta un mistero inspiegabile — alla pari della biogenesi —, che li costringe a tacere come biologi e a pensare come filosofi.

La mancanza di continuità nel registro fossile è sempre stata riscontrata dai paleontologi, a cominciare dal fondatore della disciplina, il francese Georges Cuvier, contemporaneo e avversario di Lamarck, nonché da R. Goldschmidt, intorno al 1940, e, dopo il 1972, dagli statunitensi Stephen Gould e Niles Eldredge, che l'hanno imposta contro i gradualisti come lo statunitense John Maynard Smith e il biologo britannico Richard Dawkins. La paleontologia ha mostrato sempre la discontinuità della vita corporea, parallela alla discontinuità energetica in quanta. Oggi è stata rivalutata un'altra osservazione del Cuvier, che va sotto il nome di catastrofismo. Si tratta del ruolo decisivo che svolgono le catastrofi nella storia dei viventi: molti di questi li porta all'estinzione, mentre i sopravvissuti possono prosperare nelle nicchie lasciate disabitate dagli scomparsi. Ma giacché le catastrofi non seguono una direzione finalizzata, bensì accadono a caso, risulta che nella lotta per la sopravvivenza vincono i più fortunati e non i più adatti. Le estinzioni sono state numerose e hanno decimato il numero delle specie, ma per limitarci a quella che ci tocca più da vicino *sembra* che il meteorite che 65 milioni di anni fa provocò l'estinzione dei dinosauri permise che spadroneggiassero i mammiferi che durante i 135 milioni di anni precedenti avevano coabitato con i grandi sauri ma restando di taglia piccola.

La paleontologia ha inferto un altro colpo mortale al gradualismo constatando l'inesistenza di forme intermedie, sia nello spazio che nel tempo. Tra i 100 phyla (o tipi fondamentali) nati nel Cambriano non esistono forme intermedie; come non esistono tra le diverse classi, né fra gli ordini, né tra le specie. Spronata alla ricerca di una

⁴⁶ S.J. GOULD, *L'evoluzione della vita sulla Terra*, «Le Scienze», 316 (1994), pp. 64-72; qui p. 67.

“prova cruciale”, vale a dire, dell’“anello mancante”, la paleontologia ha dovuto dichiararne l’assenza⁴⁷; essa non ha eseguito il compito che molti evolucionisti le avevano affidato, cioè la *filogenesi* dei viventi, la derivazione delle forme attuali da forme primitive; anzi essa lo smentiva duecento anni fa e continua a smentirlo oggi. Sicché la natura vivente si mostra *discontinua*. Una constatazione fatta già dal Cuvier 200 anni fa.

Dal canto suo, l’embriologia — alquanto messa in disparte dopo gli interventi dei darwinisti ottocenteschi Ernst Haeckel e August Weissmann — ha contribuito non poco a dipanare il problema, soprattutto ad opera del biologo inglese Conrad H. Waddington, attivo fra il 1940 e il 1975. Egli aveva anticipato gran parte di quanto ora insegna Kauffmann e cioè che lo sviluppo embrionale è canalizzato o finalizzato, che le possibilità di esso non vanno a tutto raggio (= un paesaggio epigenetico simile ad una pianura) ma che sono limitate ad alcune (il paesaggio è montuoso e possiede vallate). Oltre a reintrodurre la finalità nella biologia, egli ha rivalutato l’influsso dell’ambiente, ma constatando che esso non è onnipotente. Ha ricordato pure che nel “sistema ambientale” si includono dei viventi: in concreto il loro fenotipo e il relativo comportamento, soprattutto quello sessuale⁴⁸.

Un contributo notevole proviene dalla biologa statunitense Lynn Margulis. Tenendo conto dei fenomeni ben noti come poliploidismo, ibridismo e simbiosi, nel 1967, quando lavorava alla Boston University, risuscitò la cosiddetta “teoria simbiotica dell’evoluzione”, nata in Russia alla fine del secolo scorso, ma ripresa e migliorata nel 1910 soprattutto da Mereschkovskii. La difese strenuamente, ma «oggi la sua capacità di persuasione non è più indispensabile»⁴⁹: sono infatti schiacciati le prove della presenza di un sistema genetico vestigiale di tipo procariote (p.es. batterico) negli organelli del citoplasma degli eucariota (i più importanti sono i *perossisomi* per il metabolismo) e nelle centrali energetiche (che sono i *mitocondri* negli animali e i *cloro-plastidi* vegetali nelle alghe e nei vegetali). Questa parte della teoria della Margulis viene chiamata «Serial Endosymbiosis Theory» oppure “teoria virale dell’evoluzione”. Si tratta di una sorta di ingegneria genetica naturale, i cui vettori sono virus e batteri, che permettono di innestare un contenuto genetico estraneo nel genoma dell’ospite, il che fa intravedere la possibilità di spiegare la comparsa di

⁴⁷ L’unico esempio trovato di anello mancante tra rettili ed uccelli è stato quello degli *Archaeopteryx*, ed è, verosimilmente, una sovrapposizione (casuale oppure, più probabilmente, ad arte) di un rettile e di un uccello. Ma sembra certo che un ibrido di rettile ed uccello sia tanto possibile come un ibrido di macchina a vapore e di macchina a scoppio, di motore a due tempi e a quattro tempi, oppure di cerchio e di quadrato. E nel caso fosse autentico non sarebbe anello, ma tutt’al più una forma primordiale non evoluta, una forma bizzarra oppure una regressione. Tanto bizzarra quanto un pipistrello o un ornitorinco (e a nessuno viene in mente di considerarli forme intermedie) (cfr. P.C. LANDUCCI, *La verità sull’evoluzione e l’origine dell’uomo*, o.c., pp. 47, 92).

⁴⁸ Esso è parte essenziale della teoria biologica, afferma (WADD, 305 *in fine*, 391, 398).

⁴⁹ Cfr. C. DE DUVE, *La nascita della cellula eucariote*, «Le Scienze», 334 (1996), pp. 36-44; qui p. 37b-c. Nel giugno 1989, a Bellagio (Italia), si svolse una conferenza internazionale intitolata «Symbiosis as a source of Evolutionary Innovation. Speciation and Morphogenesis», i cui Atti, curati da L. MARGULIS & R. FESTER furono pubblicati nel 1991 dalla MIT Press, Cambridge (MA) & London. Un testo divulgativo è stato edito in Italia: L. MARGULIS & D. SAGAN, *Microcosmo*, Mondadori, Milano 1989.

nuove specie con genoma molto diversi⁵⁰. La probabilità però non è alta: non basta infatti innestare un pezzo di ADN, perché un ADN disordinato non origina un vivente bizzarro ma un non vivente. Quest'ipotesi lascia pure senza spiegazione la nascita della cellula procariote stessa (che non è affatto semplice); e della cellula eucariote (almeno come fusione di due procariote, il che avrebbe lasciato molti più segni: è più probabile che la eucariote attuale provenga dall'aggiunta di un procariote ad un eucariote ancestrale). Inoltre, la teoria sconfessa il gradualismo e il monofiletismo (un unico albero); proclama invece il polifiletismo dei viventi (diversi alberetti o cespugli). Una conferma a questa teoria viene da una disciplina inaspettata: la paleontologia. Gould ha scritto: «Serviranno nuovi paradigmi, e saranno alberi evolutivi (o meglio lussureggianti cespugli evolutivi copiosamente ramificati), anziché scale e sequenze [lineari], a fornirci la chiave per poter compiere questa transizione concettuale»⁵¹.

Il fenomeno ipotizzato dalla Margulis avviene negli organismi inferiori (come i batteri), in molti vegetali e in alcuni animali⁵². Ci sono tre modi: per coniugazione, per trasformazione e per trasduzione.

1) La *coniugazione* è solitamente il trasferimento di plasmidi (= DNA circolare non cromosomico) e raramente il trasferimento di cromosomi tra batteri (o tra batterio e organismi pluricellulari) accostati attraverso un foro; il problema è che i plasmidi non si trasmettono ai discendenti per divisione cellulare, ma solo per coniugazione.

2) La *trasformazione* è la capacità che hanno i batteri di assorbire pezzi di DNA esterno (p.es. da organismi morti) nell'interno del proprio organismo, e di incorporarlo nel proprio DNA cromosomico.

3) La *trasduzione* è il processo di trapassare pezzi di DNA cromosomico di un organismo ad un altro attraverso un virus infettante (se si tratta di un batterio, viene chiamato batteriofago).

Si accumulano le prove che tra batteri della stessa specie, fra batteri di specie molto lontane, e persino tra batteri e virus batteriofagi esiste un notevole flusso di materiale genetico, tanto che alcuni scienziati hanno parlato di una «bufera di materiale genetico, di ADN», che soffia dappertutto⁵³. Si è scoperto recentemente che la comparsa della multiresistenza dei batteri agli antibiotici è dovuta in parte a mutazioni casuali, ma pure alla formazione di materiale genetico extracromosomico, come plasmidi e trasposoni, in grado di fungere da vettore transgenetico. In tal modo, alcuni batteri diffondono agli altri i plasmidi resistenti agli antibiotici, così che tutti acquisiscono la resistenza.

E benché i pluricellulari siano più stabili, il fenomeno interessa pure loro, singolarmente i funghi e i vegetali, attaccati da virus e batteri. Un caso tipico è quello

⁵⁰ Il grande biologo Grassé ipotizza questo meccanismo per dare ragione di ciò che allora dovrebbe essere chiamato una «evoluzione creatrice» (P.P. GRASSÉ, *L'evoluzione del vivente. Materiali per una nuova teoria del trasformismo*, Adelphi, Milano 1979, p. 333, Conclusione).

⁵¹ S.J. GOULD, *L'evoluzione della vita sulla Terra*, o.c., pp. 72, 67.

⁵² Cfr. R.V. MILLER, *Scambio di geni tra batteri in natura*, «Le Scienze», 355 (1998), pp. 68-73.

⁵³ Cfr. T. BEARDSLEY, *La ronda*, «Investigación y Ciencia», 219 (1994), pp. 33-34.

dell'*Agrobacterium tumefaciens*, un comunissimo batterio, di cui si servono sia l'ingegneria genetica naturale sia quell'artificiale⁵⁴. Nel caso degli animali inferiori è particolarmente interessante il caso del batterio che rende femmina un piccolo crostaceo terrestre simile all'armadillo chiamato "onisco"⁵⁵. Questi crostacei mostrano una predisposizione alla plasticità sessuale: con ormoni sessuali si possono trasformare maschi in femmine e viceversa. Ma è interessante al fine del nostro ragguaglio che essi si trasformino attraverso un batterio, appartenente al genere *Wolbachia*.

Un altro metodo, assai semplice, impiegato dalla natura (sfruttato anche dai ricercatori) si basa sulla proprietà dello spermatozoo maturo (o capacitato) di assorbire pezzi di DNA del mezzo nel quale nuota, che "inietta" poi nell'ovulo che feconda. P.es. gli spermatozoi del riccio di mare nuotano liberamente nell'acqua marina e da essa assorbono piccoli pezzi di DNA (sia di riccio sia di altri organismi): così i ricercatori spiegano un'anomalia presente nelle tre specie di riccio esistenti — una antica, una media e una moderna —, vale a dire che la prima abbia un determinato gene, il quale manca nella seconda e ricompare poi nella terza.

Ma ci sono altri meccanismi di maneggiamenti genetici. Nel caso dei vegetali, ma anche di alcuni animali, si riscontrano casi di moltiplicazione e di riduzione del genoma nel passare da una generazione alla seguente (esseri poliploidi). Questo permette di produrre specie differenti⁵⁶. Ciò accade nel 47% delle piante fanerogame (p.es. il frumento e la patata; le ginestre — famiglia delle leguminose — variano tra 18 e 144 cromosomi)⁵⁷. Ma il fatto è ambivalente, perché funziona in due sensi opposti: ci sono specie molto simili con genoma molto diversi, e viceversa. Un altro meccanismo è la mutazione cromosomica che produce una divisione o dissociazione dei cromosomi. Ovviamente il fenotipo corrispondente è ben diverso, sicché si potrebbe parlare di una nuova specie. Ma l'individuo che lo possiede è incompatibile con la specie di provenienza, sicché per perpetuarsi deve trovare altri individui trasformati nella stessa forma. Il che lo rende altamente improbabile. Infine, un meccanismo responsabile della creazione di nuove specie è l'ibridismo. Nel caso di esseri superiori è difficile, ma non impossibile. Sembra infatti che il cane è un ripetuto incrocio fra lupo e sciacallo.

3.3.1. Speciazione dell'uomo: antropogenesi

Conviene innanzitutto avvertire che i paleontologi non possono trovare prove

⁵⁴In questa maniera si è innestato il gene dell'emoglobina umana nella pianta di tabacco con un'efficienza del 90%: cfr. F. ZITO, *Se il tabacco facesse buon sangue*, «Le Scienze», 345 (1997), pp. 26-27. E soprattutto sono stati prodotti vegetali transgenici resistenti agli insetti e agli erbicidi.

⁵⁵Spagnolo "cochinilla"; francese "cloporte"; inglese "woodlouse" (cfr. «La Recherche», 293 (1996), pp. 40-43).

⁵⁶Cfr. G.L. STEBBINS, *Cataclysmic Evolution*, «Scientific American», april 1951; citato da G.L. STEBBINS & F.J. AYALA, *La evolución del darwinismo*, «Investigación y Ciencia», 108 (1985), pp. 42-53; qui p. 44 (versione italiana: «Le Scienze», 205 (1985), pp. 28-48).

⁵⁷Cfr. su questo meccanismo: M. KING, *Species Evolution. The role of chromosome change*, Cambridge Univ. Press, Cambridge 1993.

immediate della differenza tra l'uomo e gli altri animali, vale a dire dell'intelligenza. Essi sono costretti a basarsi su elementi indiretti che talvolta sono prove (p.es. strumenti relativamente avanzati, arte, sepolture) e talvolta sono soltanto indizi (p.es. strumenti poco avanzati, e tre tipi di ossa: cranio, apparato mandibolare e scheletro adatto al bipedismo⁵⁸). Come è ovvio, questi ultimi si riferiscono solo al corpo e sono assai deboli per trarre delle conclusioni sulla psiche, data l'emergenza di questa su quello e nonostante l'indubbia corrispondenza fra di loro.

Nell'intento di verificare certe ipotesi mediante il ritrovamento di anelli mancanti, negli ultimi 50 anni si sono fatte numerose scoperte paleontologiche sull'uomo. Più recentemente ci si può avvalere di tecniche non distruttive che permettono di vedere tridimensionalmente entro le cavità craniali, così come di nuove tecniche di datazione del materiale organico⁵⁹, e di analisi genetica. Tutti questi elementi hanno modificato sostanzialmente quanto si pensava mezzo secolo fa. I pochi reperti posseduti allora e la deficiente datazione portava ad ipotizzare un albero con un unico ramo-tronco: dalla scimmia alla metà-scimmia e metà-uomo (gli *australopithecus*, con le sue numerose varianti) per approdare poi all'*homo* in questa sequenza: *habilis* (2-2,33 milioni di anni di antichità), *erectus* (1,6 fino a 0,150 milioni di anni), *neanderthalis*, *sapiens* (0,5 milioni). Man mano che si scoprivano nuovi fossili, la linearità si frammentava diventando nuovi rami paralleli e arretrando la loro origine comune. Oggi è noto che il *neanderthalis* (0,3 milioni, poi estinto) è una razza di *sapiens* abbastanza diversa dal *sapiens sapiens*: *homo sapiens neanderthalis*. Si sa pure che l'*homo erectus* probabilmente non era *homo*, e che l'*homo habilis* certamente non lo era⁶⁰. Gli *australopithecus* sono un gruppo di razze (o forse di specie) più vicino alle scimmie che all'uomo. D'altronde, gli studi genetici sembrano indicare che le scimmie sono più recenti dell'uomo, e quindi che caso mai sarebbero discendenti dall'uomo, capovolgendo quanto si soleva dire. È più probabile che nes-

⁵⁸ È del tutto necessario adoperare una metodologia che non manipoli i dati, specialmente quando si tratta delle correlazioni tra cervello e intelligenza. Le analisi che tengono conto delle principali correzioni da farsi vengono denominate "analisi allometriche". Sono numerose le prove che non esiste un'evoluzione progressiva di alcune caratteristiche somatiche umane come l'altezza e la capacità craniale: esse sono altalenanti. Di conseguenza, in alcuni tratti brevi può essere regressiva: tra l'*homo sapiens* antico e l'*homo sapiens* moderno «tutto indica che nell'uomo si è verificata una costante riduzione della dimensione cerebrale (senza concomitante riduzione della dimensione corporea) nel corso degli ultimi 20.000 anni circa (...) proprio durante il periodo in cui sono stati realizzati i progressi più notevoli della cultura umana» (R.D. MARTIN, *Dimensioni del cervello ed evoluzione umana*, «Le Scienze», 319 (1995), pp. 34-41; qui p. 41). Si può facilmente immaginare quanto sarà lontano dalla realtà un albero genealogico costruito su un aprioristico canovaccio progressista.

⁵⁹ Le date dei reperti, degli artefatti e delle migrazioni oscillano in continuazione. Perciò alcuni hanno cominciato a interrogarsi sull'affidabilità dei metodi di datazione. Non è infrequente però incappare nei seguenti due sofismi: 1) scambiare l'età di un individuo con quella della specie a cui appartiene; 2) scambiare la migliore conservazione di un reperto con la maggiore antichità in assoluto (in tal modo le mummie egiziane precederebbero i sumeri).

⁶⁰ Ci sono alcune incertezze sull'attribuire la capacità astrattiva (ossia l'intelligenza) a chi adoperava strumenti litici primari e perfino secondari (una pietra usata per acuminare un'altra pietra usata per tagliare una preda, ad esempio). Alcuni concedono che per tale espediente basta un'immaginazione sviluppata; ad altri sembra che sia un progetto che richieda l'astrazione intellettuale.

suna delle due ipotesi sia corretta, e che ci si trovi di fronte a due linee parallele e indipendenti, sebbene quella umana sia più stabile⁶¹. C'è però un contrasto tra le datazioni dei paleontologi (i quali parlano di milioni di anni) e quelle dei genetisti delle popolazioni e dei linguisti (i quali prospettano una origine comune di tutte le razze umane attuali in una popolazione poco numerosa esistita 200.000 anni fa circa)⁶².

D'altronde pure i paleontologi specializzati in primati e nell'uomo sono stupiti dal fatto che essi sembrano senza predecessori. Ci troviamo anche qui con una evoluzione intesa come successione⁶³. Inoltre, pur restando a livello meramente corporeo, rimane senza spiegazione perché la comparsa dell'uomo inverte la tendenza generale dei viventi, compreso il gruppo degli ominoidi da cui sarebbe derivato. I viventi si evolvono verso una maggiore specializzazione; invece l'uomo è un essere non specializzato, disadattato all'ambiente e dunque in condizioni di inferiorità rispetto agli altri animali.

Inoltre, i viventi si adattano all'ambiente in certa misura, mentre l'uomo adatta a sé l'ambiente. La differenza tra non adattamento naturale e adattamento finale viene colmata dal lavoro: l'uomo è per essenza *faber*⁶⁴. Ma non sarebbe *faber* se non avesse un corpo non specializzato⁶⁵. In buona logica, l'incommensurabile superiorità di un animale tanto svantaggiato corporalmente dovrebbe condurre all'esistenza di un elemento non corporeo, vale a dire di una sua psiche o anima, con le scienze e le tecniche che ne derivano. Di conseguenza, o si sconfessa la teoria uniforme e progressiva dell'evoluzione oppure si arretra la comparsa dell'uomo affinché rientri in tale teoria oppure si nega l'inversione di tendenza nel caso dell'uomo⁶⁶. E sembra più prudente negare un'ipotesi che un fatto. Sebbene sia un po' antico, l'asserto di Pilbeam, docente di antropologia all'Università di Harvard, è tuttora valido almeno come invito alla prudenza: in questi ultimi anni «sono cre-

⁶¹ Queste sono le tendenze oggi rivelabili negli scritti dei paleontologi. Per limitarci a pochi: C. CHAGAS (a cura di), *Ricerche recenti sull'evoluzione dei primati*, Pont. Accademia delle Scienze e Jaca Book, Città del Vaticano e Milano 1987 (sono gli Atti del Simposio svoltosi dal 24 al 27-V-1982); V. MARCOZZI, *Alla ricerca dei nostri predecessori. Compendio di antropologia*, Paoline, Milano 1992; V. MARCOZZI, "Sorella scimmia" e controversie evoluzionistiche, «La Civiltà Cattolica», 136 (1985), pp. 134-145; F. FACCHINI, *Le origini dell'uomo: introduzione alla paleoantropologia*, Jaca Book, Milano 1990.

⁶² I metodi utilizzati da entrambi non sono sicuri al cento per cento. Ma il metodo dell'orologio molecolare è più condizionato dal gene in esame e dai presupposti adoperati.

⁶³ I vocaboli "ominizzazione" e "umanizzazione" sono polisemantici. Noi preferiremmo che non servissero ad indicare la costituzione del corpo dell'uomo il primo e la formazione della psiche umana il secondo.

⁶⁴ Alcuni autori ritengono che l'*australopithecus* non possedesse artigiano.

⁶⁵ Cfr. L. POLO, *Sobre el origen del hombre: hominización y humanización*, in AA.Vv., *Estudios sobre la Encíclica "Centesimus annus"*, Unión Editorial, Madrid 1992, pp. 110-121.

⁶⁶ La brachiazione è una specializzazione dalla quale non si torna indietro, il che impedisce il passaggio scimmia-uomo; ma il camminare eretto porta con sé un irrigidimento della colonna vertebrale e un ispessimento del bacino e altre modifiche ossee e muscolari che impediscono il passaggio uomo-scimmia. Il che significa che ambedue sono comparsi indipendentemente dall'altro (o da uno sconosciuto antenato comune non ancora specializzato, se proprio non si vuole abbandonare l'ipotesi aprioristica dell'unico albero).

sciuti i dubbi sul grado di fiducia che può essere accordato a qualsiasi “resoconto” dell’evoluzione umana»⁶⁷.

Bisogna a questo punto badare a un aspetto comune alla biogenesi, alla speciazione e all’ominizzazione (ossia alla maxievoluzione) e cioè all’assoluta novità delle forme ovvero delle organizzazioni, nonostante la preesistenza e la continuità degli elementi materiali. Nessuno nega che gli atomi e forse le molecole di una nuova specie vivente esistessero prima; ciò che si nega è l’esistenza previa, perfino in stato latente, delle forme.

Questi sono i dati fornitici dalle scienze negli ultimi decenni. I quali vanno interpretati alla luce del nuovo paradigma scientifico preparatoci dall’epistemologia contemporanea.

⁶⁷ D. PILBEAM, *Origen de los hominoideos y homínidos*, «Investigación y Ciencia», 92 (1984), pp. 48-58. Nel «XIII Congresso Internazionale di scienze preistoriche e protostoriche» organizzatosi a Forlì (Italia) nel settembre 1996, che ha fatto il punto della situazione oggi, sono andati in crisi modelli che si credevano ormai quasi definitivi.