l'astronomia

mensile di scienza e cultura

numero 26 ottobre 1983 lire 3000

T.MACCACARO
La radiazione X di fondo

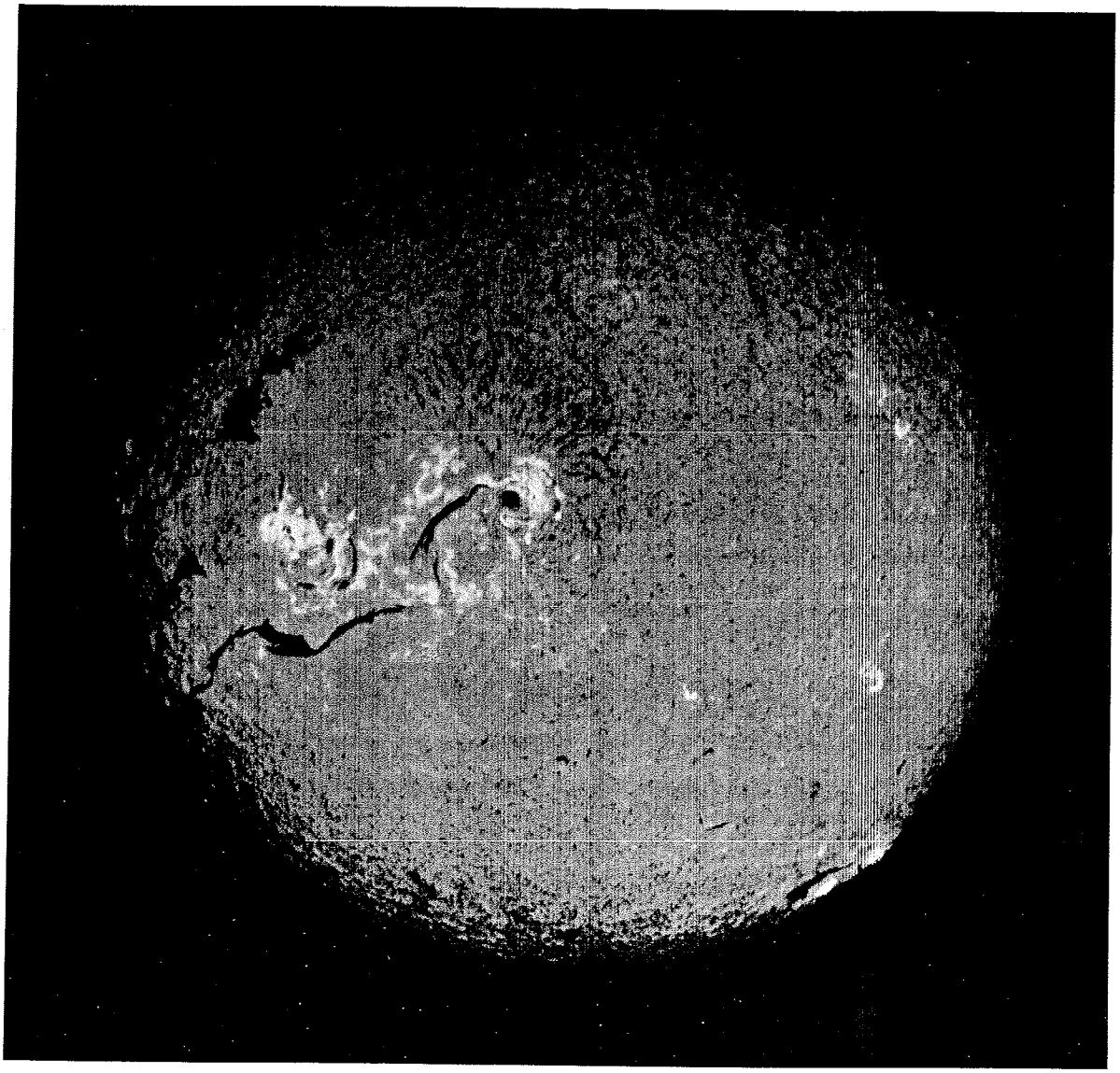
A.CRESCINI
L'enigma dell'induzione e il rischio dell'esistenza

E.R.HARRISON
Perché la notte è buia? Il paradosso di Olbers

A.MORBIDELLI
Astrofili: come osservare le stelle variabili

M.CRAVERI
Il cielo si accartoccerà e cadranno le stelle...

G.BONACINA
Osservazioni pre-telescopiche di macchie solari



Spedizione in abbonamento postale gr.III-70 Milano

Angelo Crescini

L'enigma dell'induzione e il rischio dell'esistenza

Le nostre strutture conoscitive, che devono misurarsi con quelle sconfinate e profonde dell'Universo, non possono garantirci un futuro assolutamente certo e prevedibile.

Bertrand Russell, grande filosofo e scienziato, ha espresso in modo immaginifico e un poco brutale la sostanza dell'induzione e il suo carattere enigmatico. Ha infatti raccontato di un tacchino, il quale aveva osservato come la massaia, puntualmente alla nove di ogni mattina, gli portava il becchime di cui si nutriva. Questa specie di rito *si ripeteva senza eccezione*, qualunque fossero le condizioni atmosferiche: pioggia, sole, nebbia, neve; qualunque fosse la stagione: primavera, estate, autunno, inverno; qualunque fossero le altre circostanze esteriori in cui veniva a trovarsi la fattoria. Concluse allora che così *sempre* sarebbe dovuto accadere, che questa era una *legge* sacrosanta della natura. Ma un brutto giorno, precisamente il 24 di dicembre, vigilia di Natale, venne sì ancora la buona massaia, ma stavolta per tirare il collo al povero tacchino, portarlo in casa e cucinarlo per il pranzo natalizio.

È quello che succede, ovviamente almeno per quanto riguarda la prima parte del racconto e su di un piano ben diverso e ben più nobile, alla scienza militante. Si osserva che riscaldando questo pezzo di ferro si dilata, così quest'altro pezzo di ferro; lo stesso avviene per questo pezzo di rame, per quest'altro di zinco, per cento altri casi senza eccezione, e si conclude che *tutti* i metalli, quando li si riscalda, si dilatano. Come si fa a giustificare il salto dai cento, o anche mille, un milione di casi sperimentati agli infiniti casi contenuti nella frase: *tutti* i metalli riscaldati si dilatano?

Si è sempre supposto fin dai tempi di Platone e di Aristotele di poter risalire dai singoli casi della vita ordinaria, fatta di cose sensibili, variabili, corruttibili, contingenti, a certi principi costanti, incorruttibili, necessari. Alla luce sfolgorante e perenne di questi principi i casi e le cose sensibili della vita ordinaria erano apparsi a Platone come ombre senza consistenza, immagini di sogno, ma che avevano tuttavia in sé il potere di risvegliare dal suo sonno l'anima degli uomini e di farla ritornare a quel mondo vero che è costituito di sole idee "pure", un mondo che egli quindi non esitò a chiamare *iperuranio*: "l'aldisopra dei cieli".

Sebbene il suo discepolo più illustre, Aristotele, fosse un realista, ossia non credesse più in un mondo sussistente di idee separate dal mondo delle cose sensibili, era convinto anche lui che per mezzo di una facoltà speciale, "l'intelletto", si potesse capire, guardando le cose sensibili che ci stanno davanti agli occhi, quali erano i principi da cui si potevano *dedurre* le proprietà visibili di cui erano dotate e il loro comportamento.

La parola "intelletto", che è la traduzione del greco *nous*, deriva proprio da *intus legere*, ossia da "leggere dentro". Si trattava proprio di leggere dentro le qualità sensibili delle cose e dentro il loro comportamento nel tempo e nello spazio, le leggi costanti e i principi immutabili che le spiegano e le rendono prevedibili. È chiaro che simile facoltà di "leggere dentro" le cose sensibili non poteva essere sensibile e quindi presentava un aspetto misterioso, difficile da capire: come si può infatti con uno strumento immateriale, non sensibile, penetrare nelle cose sensibili per leggerne, per così dire, il cuore? A parte comunque tale grave difficoltà, una cosa rimaneva certa: che era possibile, anzi necessario risalire dalle osservazioni delle cose sensibili ai loro principi assoluti, "per sé noti", e inoltre indimostrabili, perché è proprio sulla loro base che ogni altra cosa diventava dimostrabile.

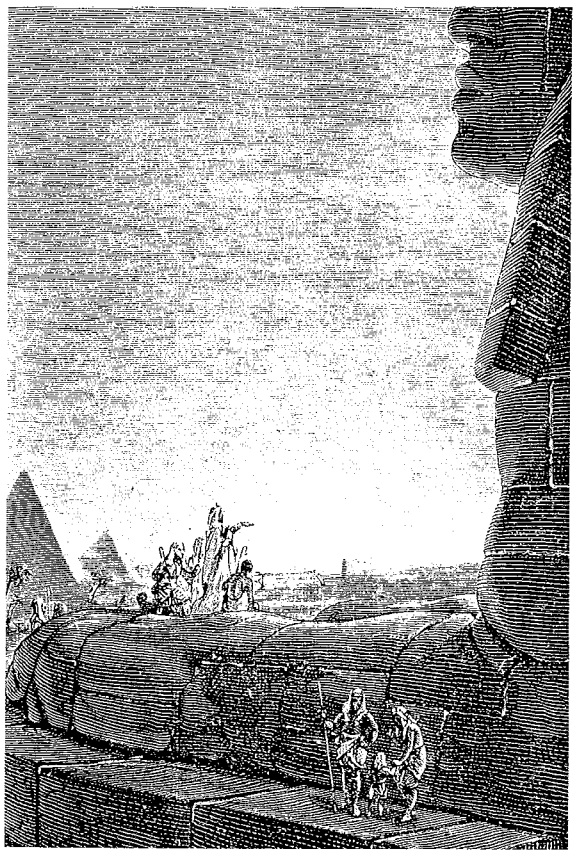
Così si è pensato per tutto il Medioevo, e anche dopo. Così pensarono soprattutto gli empiristi, i quali pretendevano di costruire tutta la conoscenza, e anzi tutto il mondo, combinando in vario modo i dati sensibili, che essi credevano "puri". Ancora nel 1928 il neoempirista Rudolf Carnap scrisse su questa base un famoso libro dal titolo *La costruzione logica del mondo.*

Fu Hume, notoriamente, a "svegliare la filosofia dal suo sonno dogmatico", per usare una celebre frase di Kant. Egli scrisse: "L'impulso di una palla di biliardo è seguito dal movimento della seconda palla. Questo è tutto quello che appare ai sensi *esterni.* La mente non prova alcun sentimento o impressione *interna* di questa successione di oggetti; per conseguenza non c'è, in alcun singolo e particolare caso di causa ed effetto, cosa alcuna che possa suggerire l'idea di potere o di connessione necessaria". Non si capisce, in altre parole, perché *necessariamente* quando una palla viene lanciata

contro un'altra, quest'altra debba muoversi, e muoversi secondo le leggi dell'urto, anche se abbiamo *visto* che questo accade cento, mille volte.
La spiegazione, per Hume, è che gli uomini "acquistano, con la lunga abitudine, un'inclinazione della mente tale che, all'apparire della causa, immediatamente *aspettano con sicurezza* ciò che di solito l'accompagna". Ma in realtà nessuna logica impedisce che la seconda palla quando è colpita stia ferma, o salti verso il soffitto, o si metta a ballare. Così nessuna logica impedisce che un sasso lasciato a se stesso salga in alto invece che scendere in basso. Quella "sicura aspettativa" dovuta alla "abitudine", quella invincibile "inclinazione della mente" è dunque un puro fatto psicologico, una semplice "fede" (Belief).
Ma è chiaro che non si può costruire su di un sentimento puramente soggettivo una scienza per definizione oggettiva, ossia valida *intersoggettivamente.*

Il tentativo di soluzione mediante l'apriori

Anche la soluzione data da Kant ha finito col tempo per essere fortemente criticabile sotto diversi importanti punti di vista. Egli era convinto che la sistemazione della fisica, incominciata con Galileo e messa poi a punto da Newton, fosse in sostanza definitiva. Le varie



leggi scoperte sulla caduta dei gravi, sul movimento dei pianeti, dei satelliti, delle comete, delle maree, sulle oscillazioni del pendolo, sull'urto dei corpi, leggi che potevano trovare la loro ultima sistemazione e unificazione nelle tre fondamentali leggi della dinamica e nella legge ancor più generale dell'attrazione universale, erano per lui derivazioni di una struttura mentale irriducibile ai dati di senso. In quanto tale, questa struttura, anziché *derivare* dai dati di senso, doveva *precederli* per conferire loro quella sistemazione organica che è la nostra esperienza cosciente: in altre parole doveva essere data *a priori.* In essa ovviamente una posizione centrale era occupata dal principio di causalità, che doveva quindi avere una validità assoluta.
Dicevo che questa soluzione si è rivelata criticabile: la critica è venuta da tutta la vicenda subita dalla scienza, in particolare dalla fisica, dopo che Kant ne aveva dato una così importante e geniale interpretazione. Se infatti quelle leggi e addirittura quei principi erano validi a priori, ossia precedevano l'esperienza come condizioni della sua possibilità, non potevano essere messi in crisi e confutati dalle osservazioni dei fatti da essi regolati. Ma è proprio quello che invece si verificò in tutto l'arco del secolo scorso e di questo nostro secolo. Le leggi da deterministiche si rivelarono statistiche, quando si trattò di spiegare le leggi dei gas, della termodinamica, dell'elettromagnetismo, e soprattutto della meccanica quantistica iniziata nel Novecento con la scoperta dei quanti da parte di Planck. Se sono statistiche, indicano il comportamento medio di un gran numero di elementi, di particelle, ecc., ossia si limitano a spiegare e regolare una struttura risultante, non la struttura vera, portante, profonda. Se di due individui uno mangia un pollo e l'altro niente, in media mangiano ciascuno mezzo pollo, il che è ovviamente falso nella realtà.
Se di causalità si poteva parlare, si doveva dunque trattare di una causalità ben diversa da quella deterministica, assolutamente esatta, capace di prevedere con estrema precisione gli eventi futuri.
In un certo senso la situazione finì per rovesciarsi: divenne legge quella che stabilisce l'ambito di indeterminatezza in cui, come in una nebbia impenetrabile, si sfasano e si rendono irraggiungibili le misure esatte delle grandezze osservabili, prime fra tutte la posizione di una particella e la sua velocità. Le relazioni di indeterminazione di Heisenberg divennero un principio fondamentale della nuova fisica.
Si doveva quindi fare i conti con l'osservazione per arrivare alle teorie; ma dover fare i conti con l'osservazione per stabilire quali probabilità legano le diverse leggi della scienza divenute statistiche, ossia probabilistiche, ai dati di fatto, vuol dire ancora fare i conti con l'induzione, ossia con quel processo che, come abbiamo detto, porta dai dati osservabili, singolari e soggettivi alle leggi universali e intersoggettive.
La sfinge dell'induzione che sembrava si fosse finalmente decisa a svelare il suo mistero, mostrando in definitiva che era soltanto un fantasma dell'immaginazione, una fata morgana senza consistenza, riappariva in tutta la sua massiccia, solida, pesante realtà.

"Onnipervasività" della scienza

Le vie attraverso le quali si è tentato in questi ultimi anni di aggirare la sfinge per scoprirne il volto sono state sostanzialmente due.
La prima si basa sulla scoperta della ineliminabile presenza di elementi teorici in ogni osservazione. Si era persuasi che il problema dell'induzione consistesse, come si è visto, nel partire da osservazioni "pure", assolutamente certe e univoche, per arrivare alle leggi e alle teorie. Ma un'analisi più attenta e dettagliata ha mostrato che "osservazioni pure" non si danno e non si possono mai dare. Questo vale già per l'osservazione dell'esperienza ordinaria, ma molto di più vale per quella scientifica che è estremamente più complicata.
Potrebbe sembrare che la percezione di un colore, per esempio del rosso, sia pura e originaria, ma in realtà è il risultato di una serie complicatissima di operazioni fisiologiche e soprattutto astrattive, il cui senso e validità sono difficili da stabilire. "Sto alla finestra e vedo una casa, un albero, il cielo. E potrei, a scopo teorico, provarmi a contare e dire: ci sono davanti a me... 327 luminosità (e toni di colore). Ma ho io veramente davanti a me... 327 luminosità e toni di colore? Per nulla: ho davanti a me il cielo, la casa, l'albero" (M. Wertheimer). Un determinato colore l'ottengo solo separandolo mentalmente da diversi oggetti: dal sangue, dal fuoco, dalla bandiera, ecc., trascurando tutti gli altri elementi: la densità, la forma, la grandezza, ecc., e così scegliendolo e affermandolo. Se volessi insegnarlo a un cane, indicandogli col dito tutti quegli oggetti da cui lo ricavo, l'esito sarebbe, secondo la spiritosa osservazione di Chalmers, che il cane verrebbe a leccarmi il dito.
Più complicata è l'osservazione nella ricerca scientifica. Quando Hertz nel suo laboratorio volle rivelare le onde radio che erano prevedibili sulla base delle equazioni elettromagnetiche di Maxwell, dovette disporre di una complicata apparecchiatura per evidenziare un determinato evento, ma poi dovette concentrare la sua attenzione solo su aspetti assolutamente particolari di quanto era presente in quel suo laboratorio. Si dirà: ma è chiaro che doveva prescindere, per esempio, dalle pareti che gli stavano attorno! Così pensava in un primo momento anche Hertz, ma poi dovette ricredersi e considerare anche le pareti e la loro disposizione nello spazio per rendersi conto del perché le onde che andava rivelando, non avessero esattamente la velocità della luce, secondo quanto prevedeva la teoria contenuta nelle equazioni di Maxwell. Proprio le riflessioni e le interferenze dovute alle pareti spiegavano quella differenza che diversamente avrebbe messo in crisi la teoria.
È facile rendersi conto anche da questi semplici esempi, che si potrebbero ovviamente moltiplicare, come in ogni osservazione scientifica sia presente tutta la teoria nel cui ambito essa si trova. Rœntgen ha potuto scoprire i raggi X e Fleming la penicillina perché un fenomeno nuovo nel loro laboratorio - l'annerimento della lastra fotografica; la scomparsa dei virus dove avanzava la muffa - era visto alla luce della teoria che ne rivelava il senso e che in certo senso lo produceva.
Si era pensato che almeno la logica e la matematica avessero uno "stato" del tutto diverso, del tutto indipendente dal mondo della realtà osservabile, anche se in un secondo tempo dovevano essere applicate alle scienze reali. Ma la presunta autonomia di queste scienze cosiddette formali è stata confutata (v. anche *l'Astronomia* n.12, pag.27), e si è dovuto arrivare alla conclusione così bene espressa dal grande logico americano W.V.O. Quine: "La cultura dei nostri padri è un tessuto di enunciati. Nelle nostre mani essa si evolve e muta, attraverso nuove revisioni e aggiunte più o meno arbitrarie e deliberate, occasionate più o meno direttamente dalla continua stimolazione dei nostri organi di senso. È una cultura grigia, nera di fatti e bianca di convenzioni (logico-linguistiche). Ma non ho trovato nessuna ragione sostanziale per concludere che vi siano in essa fili del tutto neri o altri del tutto bianchi".
In ogni osservazione scientifica penetra dunque tutta la teoria, anzi tutta la scienza, perché questa "nella sua globalità è come un campo di forza i cui punti-limite sono l'esperienza" (W.V.O. Quine). In un campo, ad esempio in quello elettromagnetico, ogni punto risente di tutto il campo, come il campo preso nella sua

totalità risente di tutti i suoi punti, per quanto periferici e trascurabili essi possano apparire. Thomas Kuhn e Paul Feyerabend hanno mostrato nei loro libri divenuti celebri, con una serie impressionante di esempi, quanti elementi psicologici, sociali, metafisici e religiosi entrino come componenti nel cosiddetto "oggettivo" atteggiamento del pensiero scientifico.

Storicità della scienza

La seconda via che si è percorsa per raggiungere un punto di vista che consentisse di guardare bene in faccia la sfinge dell'induzione e svelarne il segreto è stata la scoperta della storicità di ogni teoria scientifica. Lo stato attuale di ogni ramo della scienza, e quindi di tutta la scienza presa in blocco è una derivazione e il risultato di tutto lo sviluppo precedente. Nel Medioevo si pensava generalmente che la fisica di Aristotele fosse *la* fisica per eccellenza, e quindi vera e definitiva; che l'astronomia di Tolomeo lo fosse altrettanto. Nell'Evo Moderno si pensò che la fisica di Newton, che sistemava e completava la nuova fisica terrestre di Galileo e quella celeste di Copernico e Keplero, fosse la fisica vera e quindi definitiva. Così pensava perfino Kant, il quale, come si è visto, su questa supposizione costruì una teoria della conoscenza che molti considerarono definitiva. Ma anche la fisica di Newton urtò contro difficoltà insuperabili, che furono invece superate dalla nuova fisica e dalla nuova cosmologia di Planck e di Einstein. Ormai nessuno osa dire che una teoria sia vera e quindi definitiva, eppure pochi sembrano negare che vi sia un progresso nella ricerca e nella scoperta scientifica.

I celebri storici e critici della scienza contemporanei, come Thomas Kuhn, che hanno studiato a fondo "la struttura delle rivoluzioni scientifiche"; o che interpretano la scienza come una serie di "programmi di ricerca" sempre in fase di revisione, di consolidamento e di ridimensionamento, come Imre Lakatos; o che studiano la conoscenza scientifica "da un punto di vista evoluzionistico", come ha fatto e sta facendo Karl Popper, convergono sostanzialmente in due punti che sembrano contrastanti, ma che invece si integrano a vicenda, anche se sottolineano più l'uno o l'altro di essi. Si trovano d'accordo nel dire che la scienza, anche attraverso scossoni e sommovimenti che sembrano farla andare talvolta all'indietro, va in generale avanti, "progredisce", anche se, proprio in quanto scienza, deve essere sempre "falsificabile", e di fatto, con la scoperta di sempre nuove possibilità di osservazioni e di analisi, risulti sempre in qualche punto o sotto qualche aspetto "falsa", e quindi sempre rivedibile e riformabile. Perfino "l'epistemologia anarchica" di Paul Feyerabend con le sue esagerazioni paradossali, con la sua negazione che vi sia un "metodo" scientifico (uno dei suoi ultimi libri, scritto nel 1975, s'intitola appunto *Contro il metodo*, Feltrinelli, Milano 1979), viene in definitiva a dire l'opposto, ossia che vi sono e vi devono essere vari metodi, nessuno dei quali è assoluto e definitivo, e una molteplicità di teorie volte a spiegare il mondo, nessuna delle quali è sufficiente, e tutte in continua fase di revisione e di miglioramento. Poiché tali regole metodologiche e tali teorie non sono ricavabili dai dati osservativi, anche se possono essere da essi suggerite e controllate, e nessuna di esse è definitiva ed esclusiva di tutte le altre, si rivelano come *congetture*, come *ipotesi*, con la caratteristica fondamentale della provvisorietà. "La base empirica delle scienze oggettive non ha in sé nulla di 'assoluto'. La scienza non posa su un solido strato di roccia. L'ardita struttura delle sue teorie si eleva, per così dire, sopra una palude. È come un edificio costruito su palafitte. Le palafitte vengono conficcate dall'alto, giù nella palude: ma non in una base naturale o 'data'; e il fatto che desistiamo dai nostri tentativi di conficcare più a fondo le palafitte non significa che abbiamo trovato un terreno solido. Semplicemente, ci fermiamo quando siamo soddisfatti e riteniamo che almeno per il momento i sostegni siano abbastanza stabili da sorreggere la struttura" (K.Popper).

La corsa all'inseguimento dell'universo

Torniamo alla sfinge dell'induzione. Si credeva che i dati osservabili fornissero la base pura e sicura da cui fosse possibile elevare l'edificio delle leggi e delle teorie costitutive della scienza. Ma essi non sono né puri né sicuri. Non puri, perché contengono già da sempre elementi teorici che precedono ogni analisi e

ogni controllo; non sicuri, perché le teorie volte a spiegarli e quindi a prevederli con sicurezza sono soltanto ipotesi sempre incomplete e sempre in via di rifacimento.
Se le ipotesi attuali sostituiscono le precedenti perché più comprensive e meno falsificate dalle osservazioni, e le precedenti quelle ad esse precedenti per lo stesso motivo, e così via, dove si andrà a finire? Quando ci si fermerà in questo tortuoso cammino all'indietro? "Non vi è in ciò alcun pericolo di un regresso all'infinito. Risalendo a teorie e a miti sempre più primitivi perverremo, alla fine, ad aspettazioni non consapevoli, *innate*; e fra queste alcune adatte a eventi incombenti. Dette risposte possono essere denominate 'aspettazioni', senza intendere con ciò che si tratti di 'aspettazioni' consapevoli. Il bambino appena nato 'si aspetta' in questo senso di essere nutrito e, potremmo sostenere, di essere protetto e amato... un'aspettazione innata, per quanto forte e specifica, può essere sbagliata. Il bambino appena nato può essere abbandonato e morire di fame." (K.Popper).
Ecco la situazione che in un certo senso svela il mistero dell'induzione, e in un certo senso lo rende ancora più fitto. Ogni volta che ci sta davanti un evento osservabile, perché abbia un senso, perché sia umano deve essere inserito nella totalità della conoscenza, in particolare di quella scientifica, che rimane inesorabilmente incompleta. È una totalità incompleta perché è lo sforzo di adattare la nostra esistenza a quella di un universo che la trascende, sia per le sue sconfinate dimensioni, sia per le sue strutture così profonde che a loro confronto le nostre strutture conoscitive, comprese quelle di aspettazione ereditate dalla nostra storia evolutiva, sono di una sconfortante superficialità. Certo finora su questa nostra piccola Terra i metalli riscaldati si dilatano, ma rimane possibile che in un lontano futuro sommovimenti universali e nuove condizioni cosmiche portino i metalli a restringersi col riscaldamento. Così per le altre leggi fisiche.
La nostra esistenza si è costituita, maturata e infine conservata nel nostro codice genetico non soltanto per successivi adattamenti totalmente riusciti, ma anche per adattamenti soltanto parziali, e addirittura con disadattamenti che ci impediscono, anche nella nostra attuale presunta illuminata civiltà, di dare sicurezza definitiva al nostro presente e soprattutto al nostro futuro. Una sterminata moltitudine di specie ha dovuto soccombere a ridosso dell'enorme mostruoso universo che si evolve secondo leggi che ci rimangono in buona parte ignote. È guardando in questa direzione che la sfinge mantiene e per sempre manterrà il suo geloso mistero.
Ma il senso di questa gigantesca totalità, enormemente più grande della nostra *cosciente* totalità conoscitiva, lo portiamo in qualche modo dentro di noi. È da questo abisso che l'intuizione del genio cava di tanto in tanto la luce di sempre nuove teorie capaci di illuminare gli eventi osservabili, per spiegarli e prevederli prima ancora che accadano. Sono i fili invisibili della struttura originaria, che sfuggono all'occhio ordinario, ma che si rivelano all'occhio più acuto del genio.
Certo occorrono telescopi sempre più potenti per spingere lo sguardo sempre più lontano. Con il "telescopio spaziale" che gli astronomi stanno preparando per lanciarlo in orbita nel 1985 l'universo visibile diventerà 350 volte più grande di quello finora osservabile. Nello stesso tempo macchine acceleratrici sempre più sofisticate andranno indagando le viscere più riposte della materia. Ma è soprattutto dall'intuizione del genio e dal lavoro paziente degli scienziati che verrà la luce capace di illuminare questo spazio sempre più vasto, quest'abisso di materia sempre più profondo, e quindi anche questa nostra umana esperienza.
L'uomo rincorre l'universo che fugge, e sebbene questo inseguimento, come quello dei marinai di Melville nella lotta con la balena bianca, non possa mai essere definitivo, è certo la più esaltante avventura che si possa immaginare.

ANGELO CRESCINI. Nato a Garda (VR), si è laureato in Matematica e Fisica all'Università di Roma, e in Filosofia all'Università di Milano. Conseguita la libera docenza in Filosofia Teoretica e in Storia della Scienza, dal 1968 insegna Filosofia della Scienza nell'Università di Trieste. Tra le sue opere ricordiamo: Le origini del metodo analitico - il Cinquecento (Udine, Del Bianco, 1965); Il problema metodologico alle origini della scienza moderna (Roma, edizioni dell'Ateneo, 1972); Tramonto del pensiero occidentale? Saggio su Heidegger (Udine, La Nuova Base, 1977); Il senso della ricerca scientifica (Roma, edizioni dell'Ateneo e Bizzarri, 1978); Filosofia e scienza nell'età contemporanea (Bologna, edizioni Boni, 1980); è in preparazione l'antologia Heidegger: umanesimo e scienza.

Le illustrazioni delle pagine precedenti sono state tratte da un vecchio libro di Flammarion. Qui sopra Relatività *di M.C. Escher.*