



ottavio vittori

scienza di tutti i giorni
raccolta di scritti



editrice lo scarabeo • bologna

Ottavio Vittori

Scienza di tutti i giorni
raccolta di scritti

Editrice Lo Scarabeo Bologna

Ottavio Vittori, laureatosi nel 1949 in Fisica presso l'Università di Roma, si è dedicato interamente alla ricerca scientifica e all'insegnamento della Fisica e della Astronomia. Alla fine degli anni '50 ha lavorato come primo ricercatore presso il Department of Atmospheric Science dell'Università di Chicago. Tornato in Italia ha assunto l'incarico di "Fisica dell'atmosfera", corso di laurea in Fisica presso l'Università di Bologna, che ha tenuto per circa 25 anni. Con i suoi migliori studenti organizzò alla metà degli anni '60 un piccolo nucleo di ricerca che, grazie alla bontà dei lavori svolti, acquisì in breve tempo fama internazionale. Ciò indusse il C.N.R. a creare un Istituto, il Fisbat, le cui ricerche sono conosciute in tutto il mondo scientifico. Ha lasciato l'incarico di Direttore cinque anni fa.

Ha pubblicato "4 cavalli d'oro al sole" (Alfieri 1972), "Storia del Pianeta che diede origine alla vita" (Mondadori 1980) e "Clima e storia" (Editori Riuniti 1986). I volumi ricevettero un lusinghiero successo di critica e di pubblico.

Presentemente riveste l'incarico di Rappresentante Permanente del C.N.R. presso il World Climate Research Project che si prefigge di vagliare e unificare le ricerche sul clima che si svolgono nel mondo,

In questo libro sono raccolti articoli inediti insieme ad altri che, anche se con forma e titolo diverso, sono apparsi su varie riviste e giornali, e precisamente: su *La Stampa*: Extraterrestri – Il cervo volante – Pianeti – Fuoco – Val Padana – Fari – Chernobyl – Goccia – Ozono; su *Il Giornale*: Suoni – Acqua; su *Famiglia Cristiana*: U. Nobile; su *L'Unità*: Fulmini – Caldo – Meteoriti – Arte – Ossigeno – Valanghe – C.R. Darwin - Clima

Copyright: Editrice Lo Scarabeo – Bologna
Tel. 051/22.95.12 – Via delle Belle Arti 27/a
marzo 1992

Ringraziamenti

La maggior parte dei capitoli del libro sono apparsi nella veste di articoli in "Famiglia Cristiana", "Il Giornale", "La Stampa", "L'Unità". Le rispettive redazioni scientifiche mi hanno concesso di riunirli in un unico libro.

Ringrazio gli amici che con affetto mi hanno aiutato e sostenuto in questa iniziativa.

I disegni di carattere simbolico che compaiono all'inizio di ciascun capitolo sono dovuti alla penna geniale di Michelangelo Janigro.

INDICE

Prefazione	7
Extraterrestri	
Il rasoio di Occam	9
Il cervo volante	
Scienza e buon senso	13
Suono	
Il “bang” degli aerei supersonici	16
Pianeti	
Alla ricerca del Pianeta Fantasma	20
Frontiere	
Misteri della vita	28
Mare	
Alla scoperta delle doti degli animali	32
Goccia	
Gutta cavat lapidem (la goccia scava la pietra)	35
Estate	
Vivere nella calura	38
Carestie	
La siccità in Africa	41
Fuoco	
Gli incendi dei boschi	43
Arte	
Beni culturali e ambiente	45
Caldo	
L’éra dei Vichinghi	49
Clima	
Vulcani e clima	54
Foehn	
Il vento che spazza via la neve	57

Valanghe	
Insidie della neve	60
Acqua	
L'enigma dei cristalli di neve	62
Val Padana	
Le gelate notturne	64
U. Nobile	
Le formazioni di ghiaccio sui velivoli	66
Fari	
Guidare nella nebbia	69
Chernobyl	
L'affare Chernobyl a distanza di tempo	73
Ossigeno	
Consumo di energia e ossigeno atmosferico	77
Ozono	
Il buco dell'ozono	81
Fulmini	
L'elettricit� atmosferica	86
Meteoriti	
Corpi provenienti dallo spazio	91
Luce	
Il raggio verde	95
Natura	
Il tempo storico della Terra	99
C.R. Darwin	
Per una maggiore diffusione della teoria di Darwin	103
Specchio	
L'uomo e il pianeta Terra	107

PREFAZIONE DELL'AUTORE

Questo non è un libro nel senso comune del termine. Da qualche anno a questa parte ho pubblicato articoli di divulgazione scientifica su vari giornali. A detta dei redattori scientifici l'indice di gradimento è risultato elevato.

Gli argomenti trattati sono i più vari e costituiscono in generale temi a sé stanti. Alcuni hanno un denominatore comune. Tuttavia i concetti informativi sono espressi in forme diverse.

Si tratta quindi di un volume che mette assieme, nel senso che li unisce in un unico testo, scritti più vari riguardanti l'Uomo, la Scienza e l'Ambiente dei quali ciascuno ha poco o nulla in comune con gli altri.

Nel campo della divulgazione scientifica questo volume è il risultato di una esperienza editoriale innovativa. L'editrice "Lo Scarabeo" ha voluto affrontarla, fiduciosa che incontri il favore del pubblico e della critica.

EXTRATERRESTRI

Il rasoio di Occam

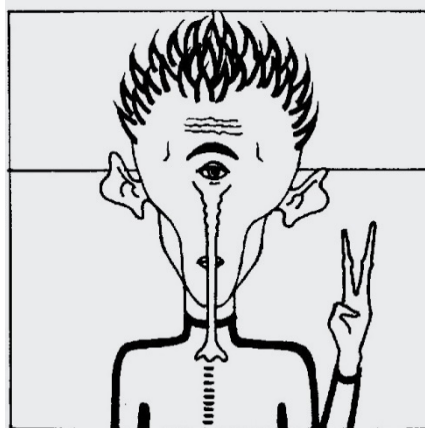
“Le entità non vanno moltiplicate oltre il necessario”

“È inutile fare col più ciò che si può fare col meno”

Le apparizioni di extraterrestri vengono periodicamente alla ribalta. Stampa, radio e televisione dedicano ampio spazio alle notizie di avvistamenti di veicoli spaziali di provenienza sconosciuta. Gli scienziati non trovano il modo di esporre i concetti sui quali si basa il loro scetticismo.

E ciò è grave in quanto siamo in molti ad augurarci che la nostra società divenga via via più consapevole che il futuro, tutt'altro che roseo, dipende sempre più dal progresso scientifico. Eppure abbastanza spesso radio e tv mandano in onda incontri - scontri tra scienziati e sostenitori di teorie non condivise dalla comunità scientifica. Queste iniziative non giovano certamente a rafforzare la fiducia della gente nell'operato della Scienza.

In altri Paesi europei, Inghilterra e Germania per esempio, dibattiti del genere non trovano posto nei programmi diffusi dai mezzi di comunicazione di massa gestiti dallo Stato. Tra i motivi che spiegano questa differenza di comportamento ce n'è uno che, a mio parere, riguarda nozioni che fanno parte della così detta cultura generale. Nei libri di testo di storia della filosofia delle scuole superiori di questi Paesi viene menzionato, a differenza di quelli adottati nelle nostre, il “rasoio di Occam” e si illustra in che cosa esso consiste.



Il conflitto che sta alla base dei dibattiti citati precedentemente è sostanzialmente un conflitto di ipotesi. Il problema di scegliere le une rispetto ad altre si pone tutte le volte in cui si presenta la necessità di interpretare avvenimenti che non sono alla diretta portata dell'osservatore qualificato.

Se lo scienziato suppone che certi avvenimenti siano il risultato di processi che egli non conosce, fa l'ipotesi che si debba ricercarli altrove. Se invece tenta di interpretarli in analogia con quello che conosce, postula implicitamente l'uniformità del comportamento della natura nel tempo e nello spazio.

Guglielmo di Occam, sacerdote vissuto nel '300, fu tra i principali esponenti di quella corrente di pensiero che nel Medio Evo si chiamò nominalismo. Dei suoi numerosi insegnamenti sono state tramandate anche alcune regole che, espresse in un linguaggio semplice, sono conosciute anche al di fuori della cerchia dei filosofi.

In sostanza, Occam affermò che non dobbiamo inventare di sana pianta cose che non esistono. Non dobbiamo trasformare concetti astratti in entità reali per poi usarli dove e come ci fanno comodo. Non dobbiamo dare "forma" alle idee del mondo soprannaturale per attribuire loro capacità di azione e intervento nei fatti nostri. Quando lo facciamo finiamo per ritrovarci immersi in un mare di assurdità. "Quindi – così si può riassumere l'insegnamento di Occam – tagliamoli via".

Questo, in parole molto povere, è ciò che si sottintende quando ci si riferisce al "rasoio di Occam".

Benché non risulti contenuta in forma esplicita nei suoi scritti, la massima che poi ha preso il nome di rasoio di Occam è formulata in termini ancora più succinti: "Le entità non vanno moltiplicate oltre il necessario". Il rasoio di Occam è anche conosciuto come "la regola della economia delle ipotesi" o anche, in riferimento a un'altra sua massima: "È inutile fare col più ciò che si può fare col meno", come la "regola della parsimonia delle cause".

E ciò in quanto implicitamente afferma che quando il fenomeno che si osserva ha più di una spiegazione si deve scegliere "provvisoriamente" quella che si basa sul minimo numero di ipotesi o, in altri termini, sulle

ipotesi più semplici. Il provvisoriamente sta ad indicare che l'applicazione della regola non garantisce la validità della scelta che la regola stessa raccomanda. È possibile cioè che in futuro la spiegazione scelta sia sostituita da un'altra che la regola vieta oggi di scegliere.

I principi della Fisica sono affermazioni di validità generale sull'essenza del mondo fisico. Sono stabiliti così bene che nella loro formulazione la parola "provvisoriamente" è omessa. Un esempio, conosciuto da tutti, è il principio della conservazione dell'energia. In un sistema chiuso la somma di tutte le energie, in esso contenute, è costante.

Tra le molteplici conclusioni che se ne traggono c'è che il moto perpetuo è irrealizzabile. Se quindi qualcuno afferma di avere costruito una macchina del moto perpetuo la scienza non spinge la sua prudenza fino al punto di dirgli che la sua idea è "provvisoriamente" da scartare. La scarta automaticamente e senza appello. E ciò in quanto il principio di conservazione dell'energia prova che la sua idea è sbagliata.

Non è possibile assumere lo stesso atteggiamento quando ci si trova di fronte ad affermazioni di altro tipo. Gli oggetti volanti non identificati, i cosiddetti Ufo, sono spiegati da qualcuno come dovuti alla presenza di umanoidi extraterrestri.

Benché venga immediatamente da pensare che, se le descrizioni dei fenomeni fossero corredate da altre osservazioni, essi troverebbero una spiegazione che prescinde dagli extraterrestri, gli argomenti con cui l'ipotesi va scartata non sono simili a quelli usati per rifiutare la macchina del moto perpetuo.

Ci si può lamentare che i fatti vengano presentati in maniera scientificamente non corretta o deprecare il modo in cui l'opinione pubblica ne viene informata, ma tutto ciò non è sufficiente per provare che la teoria degli extraterrestri è errata.

In questi casi l'atteggiamento scientifico si limita a usare il rasoio di Occam. Tutto ciò che si osserva sugli Ufo sembra riconducibile a miraggi, fotografie di immagini mosse e così via, cioè a cause conosciute. Il fenomeno Ufo, inteso come qualcosa di "nuovo", nel senso che riduce cause non conosciute, è quindi per la scienza "provvisoriamente" inesistente. Quando Einstein, costretto a esprimere la sua opinione in

proposito, rispose: «Ho sentito di gente che dice di avere visto fenomeni strani, ma la cosa non mi interessa», non faceva altro che applicare il rasoio di Occam. Sono ipotesi inutili: quindi tagliamole via.

In conclusione, si può dire che il rasoio di Occam taglia via le “cause inutili” sia quando sono invocate per spiegare fatti che vengono presentati come nuovi, sia quando esse sono già state stabilite da “qualche autorità” per spiegare fatti conosciuti da tutti. Il rasoio di Occam è stato ed è tutt’ora usato prevalentemente nelle scienze naturali, ma sembra chiaro che esso è applicabile alla interpretazione di avvenimenti di ogni tipo. Anche e soprattutto di quelli che si verificano nella nostra società e di cui “qualche autorità” identifica le cause in nome della società stessa, e di quelli che si svolgono in ciascuno di noi e di cui ciascuno di noi è il solo osservatore ed interprete.

IL CERVO VOLANTE

Scienza e buon senso

... stabilì il record mondiale di velocità, 709,2 km orari ... l'uomo non doveva gloriarsi molto di tale conquista. Il cervo volante viaggiava a circa 1000 km orari ...

Il nostro senso critico, di qualunque natura sia l'informazione proveniente "dall'alto", dovrebbe essere sempre sveglio. La capacità di vagliare e giudicare è un fattore determinante del nostro progresso culturale e della nostra libertà.

Un caso clamoroso avvenne negli anni Trenta. Alla guida di un idrovolante il pilota italiano Agello stabilì il record mondiale di velocità, 709.2 km orari. Nel riportare la notizia un quotidiano statunitense di grande prestigio avvertiva il lettore che l'uomo non doveva gloriarsi molto di tale conquista. Un insetto, il cervo volante, viaggiava a circa 1000 km orari. Una nota a fondo pagina citava la fonte, vale a dire nome, cognome e titolo accademico dello studioso che aveva osservato il volo del cervo volante e ne aveva valutato la velocità.



Un gruppo di scolari americani svolgeva "osservazioni in natura" presso una scuola estiva situata in una zona boscosa dei monti Appalchiani nello Stato di N.Y. Ricevette un giorno la visita di Irwing Langmuir, un fisico premio Nobel che viveva nelle vicinanze. Langmuir, in tutta la sua vita, fu un accanito sostenitore della necessità di migliorare l'insegnamento del "buon senso fisico" nelle scuole.

I ragazzi lo conoscevano di fama. Lo misero al corrente delle "ricerche" che stavano effettuando. Uno di essi gli parlò del cervo volante menzionandone la velocità. Aggiunse che l'insetto "nella sua folle corsa" va

a sbattere contro gli ostacoli. Lui stesso ne era stato colpito più volte. L'intensità delle percosse era davvero eccezionale.

Di fronte agli evidenti segni di smarrimento di Langmuir, gli scolari esibirono la documentazione scientifica in loro possesso.

L'illustre fisico affermò che un semplice ragionamento doveva indurre nella loro mente il concetto che la notizia era del tutto priva di senso.

Un essere vivente che corre o vola consuma energia. Questo dispendio si traduce in perdita di calorie e quindi di peso. L'equivalenza numerica di siffatte grandezze fisiche è riportata negli articoli divulgativi sull'alimentazione. Fa inoltre parte delle nozioni più elementari della fisica apprese a scuola ma purtroppo rese inutili dalla capacità di usarle.

Con un semplice calcoletto dimostrò che un Mennea che corre i cento metri (36 km orari) sviluppa una potenza di un decimo di watt, vale a dire circa un quarantesimo di caloria per secondo. In gara consuma ogni secondo un decimillesimo di "se stesso". Il metabolismo dell'uomo è paragonabile a quello delle altre creature viventi. Applicando lo stesso calcolo al volo del cervo volante (della forma di un cilindretto di mezzo centimetro di diametro, lungo un centimetro e del peso di 0,20 grammi) si trova che per mantenere la velocità che gli viene attribuita l'insetto dovrebbe sviluppare una potenza 3000 volte superiore a quella di Mennea. Tradotto in calorie per secondo il cervo volante dovrebbe consumare 0,30 grammi per secondo, vale a dire DOVREBBE NUTRIRSI OGNI SECONDO DI UNA QUANTITÀ DI CIBO EQUIVALENTE A UNA VOLTA E MEZZA LA MASSA DEL PROPRIO CORPO!!

Con l'aiuto dei ragazzi Irwing Langmuir improvvisò un esperimento semplicissimo. Prese un cilindretto di metallo delle dimensioni di un cervo volante, lo legò a un filo e lo mise in rotazione. Variando la lunghezza del filo poteva mutare a piacimento la velocità dell'oggetto. Questa era misurabile con i cronometri di precisione in dotazione agli scolari.

Si stabilì che alla velocità di 20 km orari era possibile riconoscere la forma dell'oggetto. A 40 km orari si osservava uno scintillio intermittente. A 60 km orari il facsimile del cervo volante era del tutto invisibile. D'accordo con i ragazzi Langmuir concluse che la velocità del cervo volante, stando al resoconto riportato sul giornale, non poteva superare la velocità di 25 km orari. Si rivolse al ragazzo colpito dai cervi volanti. Alla velocità di mille km

orari, la forza necessaria per arrestare l'insetto entro lo spessore di un centimetro di corpo umano sarebbe stata equivalente al peso di 140 kg. Nel caso, egli non si sarebbe trovato lì, assieme ai suoi compagni, a parlare con lui.

Nelle scuole dell'obbligo di alcuni paesi i concetti di velocità, energia meccanica e termica e consumo vengono impressi nella mente degli scolari in modo chiaro ed esauriente. Un bagaglio conoscitivo che aiuta a sgombrare la mente della gente da miti e credenze assurde.

Nel corso della guerra, Hitler comunicò che era in costruzione un sommergibile di portata tale da raggiungere le coste degli Stati Uniti, bombardarle e tornare indietro. Ciascun cittadino tedesco fu in grado di valutare che l'energia del carburante NON SAREBBE STATA SUFFICIENTE A TRASPORTARE IL CARBURANTE STESSO! Qui da noi ci credettero in molti. Con i tempi che correvano nessun giornale italiano e tedesco poteva informare la popolazione che la notizia altro non era che un lampo di irrazionalità. Purtuttavia coloro che, in Germania, si auguravano un futuro migliore, non cessarono di sperare. In Italia i fautori della libertà ne soffrirono intensamente poiché temettero che un'arma del genere potesse mettere in forse la fine della dittatura.

SUONO

*Il “bang” degli aerei
supersonici*

*... l'intera cittadinanza di Bologna è stata
svegliata ... dal caratteristico boato. Lo stesso è
avvenuto a Modena, Reggio, Fidenza, Piacenza
e alcune città poste alla periferia Sud di Milano.*

È opinione comune che quando un aereo supera “il muro” della velocità del suono emette un boato assordante.

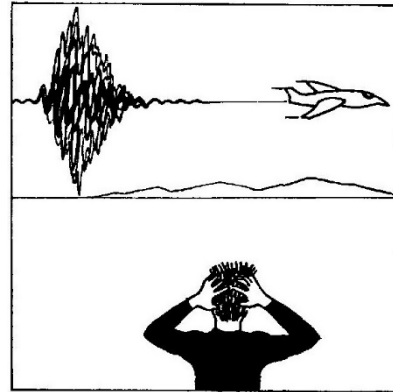
Agli inizi degli anni '50 ci fu in Inghilterra una vera e propria sommossa. Fioccarono le proteste di persone traumatizzate nel cuore della notte dal risveglio improvviso dovuto al violento fragore.

La regione ospitava un aeroporto militare. Nel corso del tempo “le vittime” si organizzarono. Sul tavolo dell'autorità giudiziaria venne a formarsi una pila di denunce provenienti da intere comunità di cittadini sottoposti quasi ogni notte a siffatta sottile tortura. La stampa si fece interprete attiva delle proteste.

Nell'esaminare attentamente la pratica il procuratore del tribunale di S.M. Britannica giunse a formarsi un quadro degli avvenimenti che non poteva non suscitare in lui gravi perplessità.

Per nostra comodità traferiamo in Italia la documentazione giudiziaria inglese. Esaminiamo i casi in cui un solo aereo è in volo. Mettiamoci nei panni del magistrato che vaglia le denunce apparse nella medesima edizione di un ipotetico quotidiano contenente la cronaca di tutte le città della penisola.

A una certa ora della notte l'intera cittadinanza di Bologna è stata svegliata di soprassalto dal caratteristico boato. Lo stesso è avvenuto a



Modena, Reggio, Fidenza, Piacenza e alcune città poste alla periferia Sud di Milano.

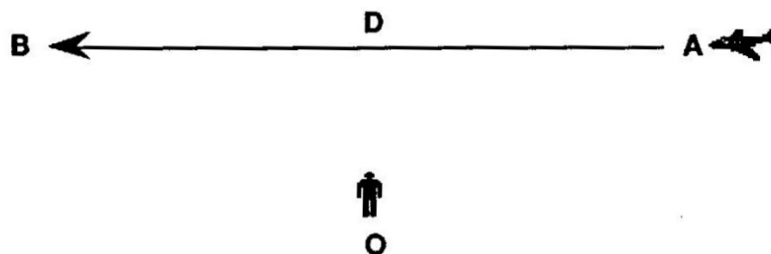
Per quanto ne sa, il magistrato è portato a giudicare perlomeno sorprendente il comportamento del pilota.

Decollato da Rimini per atterrare presumibilmente a Milano si sarebbe avvicinato a Bologna a velocità subsonica per passare “il muro” proprio al di sopra della città. Subito dopo avrebbe ridotto la potenza del motore per ridiscendere al di sotto della velocità del suono. Giunto sopra Modena avrebbe nuovamente dato gas per passare “il muro” e così via per Reggio, Parma, ecc.

Il reato commesso dal pilota si configura come un caso grave di disturbo doloso alla quiete pubblica. Di mattacchioni capaci di concepire scherzi del genere ce ne sono tanti. Tuttavia il magistrato inglese fu preso dal dubbio che piloti della British Air Force potessero comportarsi alla stregua di ragazzacci da strada. Dopo tutto si trattava di gente che aveva messo a repentaglio la propria vita nella leggenda della battaglia aerea di Londra.

Non se la sentì di procedere. Il caso richiedeva un supplemento di indagine.

Andò a bussare alla porta di parecchi istituti universitari al fine di farsi spiegare come il boato venisse prodotto. Non trovò risposte soddisfacenti fino a quando gli riuscì di porre il quesito a un Fisico tra i più prestigiosi del mondo. Questi andò alla lavagna dove tracciò uno schema simile a quello qui riportato.



Dal punto A si diparte un'onda sonora (il rumore del motore) che viaggia ovviamente alla velocità del suono verso la “vittima” posta in O. Nell'andare da A verso B la distanza tra l'aereo e O diminuisce. Poiché l'aereo **si sposta con velocità maggiore di quella del suono**, nel punto D il suono emesso dal

motore arriverà in O **contemporaneamente** a quello emesso in A. Di conseguenza il timpano dell'orecchio della "vittima" riceve, **nello stesso istante**, l'integrale ovvero la somma di tutti i suoni emessi dall'aereo nel tratto AD del percorso. Di qui "l'accumulo" dei rumori che dà luogo al boato. Questo non è dovuto pertanto al "superamento del muto del suono" ma semplicemente al fatto che **l'aereo viaggia a velocità supersonica**.

Tutti coloro che vengono a trovarsi sotto il tragitto sentono il boato.

L'episodio suscita una certa sorpresa poiché fin dai primi decenni dell'Ottocento lo stesso schema veniva usato per spiegare l'intensità e la durata del tuono prodotto dal fulmine. Risulta che alla fine del secolo scorso [*N.d.R. fine dell'Ottocento*] lo si insegnasse nelle scuole attraverso un disegno simile a quello dell'illustre Fisico degli anni '50. Si sa inoltre che, all'epoca, concetti estremamente semplici venivano usati per illustrare agli alunni una grande varietà di altri fenomeni osservati da molti di noi nella natura circostante.

Ci si può domandare come mai questo tipo di insegnamento non esiste più.

Il fatto è che di notizie scientifiche se ne sentono tante. Si sa tutto (si fa per dire) sul Big Bang, i buchi neri e le esplosioni delle galassie (argomenti indubbiamente affascinanti e impegnativi) ma non si sa perché il tuono è estremamente intenso e dura così a lungo e, tanto per fare qualche esempio, come mai le gocce di pioggia sono di forma sferica, la rugiada del mattino si trova talvolta sui petali dei fiori ma non sulla pianta, le pozze d'acqua ghiacciano durante la notte, mentre l'acqua della ciotolina del cane, anch'essa rimasta all'aperto, è invece allo stato liquido, la temperatura dell'aria, contrariamente a ciò che comunemente si crede, è la stessa sia al sole che all'ombra, ecc.

Eppure prima o poi tutti i bambini, acuti osservatori, si pongono e pongono questi quesiti. Tuttavia non trovano generalmente risposte esaurienti né a casa né a scuola. Ed è così che questi "misteri" ci accompagnano per tutta la vita. Non ci si ricorda più nemmeno di averne a suo tempo cercata la spiegazione.

Nessuna meraviglia quindi se, a una certa ora della sera appare sul teleschermo l'immagine di un uomo dalle sembianze di un predicatore

luterano del '700 che, rivolgendosi ai nati sotto il segno dei Gemelli, ammonisce: «Sforzatevi di coltivare meglio le vostre amicizie».

Ai misteri che non lo sono preferiamo quelli che lo sono veramente. Forse ci fanno sentire più liberi. Per spiegarceli non abbiamo bisogno dell'aiuto di nessuno.

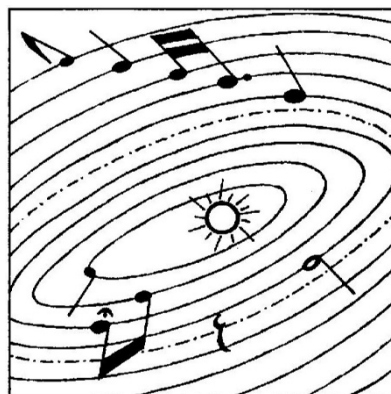
PIANETI

*Alla ricerca del Pianeta
Fantasma*

*Agli inizi del '600 Johannes Kepler ... confermò
che la Terra non era al centro del sistema
solare ... i pianeti si muovevano intorno al Sole
....*

Pitagora introdusse il termine "proporzione armonica" per definire terne di numeri tali che «se il primo è maggiore del secondo di una certa parte di se stesso, il secondo è maggiore del terzo della stessa parte del terzo».

Un esempio è la terna 12, 8, 6. 12 è maggiore di otto di 4 che è un terzo di 12 ed 8 è maggiore di 6 di 2 che è un



terzo di 6. Lo stesso Pitagora scoprì che le note della scala musicale erano emesse dalla vibrazione di corde le cui lunghezze stavano in proporzione armonica. L'ottava era definita da due suoni, uno emesso dalla corda intera e l'altra da corda di metà lunghezza (in rapporto quindi 1 a 1/2 ovvero 12 a 6) e la quarta da 2/3 a 1/2 cioè da 8 a 6. Ricompare la terna 12, 8, 6. Non è dato di saper se, con la considerazione tutta speciale che egli doveva avere per la matematica, chiamò armonici i numeri in relazione ai suoni o viceversa.

Il concetto passò poi all'astronomia, anche se non è provato che la ricerca di certi rapporti armonici nelle posizioni degli astri fosse dovuta a iniziative dello stesso Pitagora.

Ciò che si sa è che su convinzioni arbitrarie, che forse si rifacevano a visioni mistiche del Vicino Oriente, si affermò nella mente dell'uomo il convincimento che le distanze e i moti dei pianeti rispecchiassero analogie armoniche e che le sfere planetarie "vibrando" su "distanze" in proporzione

armonica emettessero suoni che si combinavano nella musica della armonia delle sfere celesti.⁽¹⁾

Questa sorte di misticismo numerico era intimamente legata alla mentalità geometrica della scienza greca e rappresentava, in un certo senso, un primo tentativo di ridurre ad unità i fenomeni naturali e, in particolare, i corpi celesti mediante relazioni numeriche semplici di validità universale. Ciò nonostante, l'influsso di una simile visione finì per rivelarsi più tardi di ostacolo allo sviluppo della scienza occidentale. Quando l'armonia dei cieli di derivazione greca venne incorporata nel cosmo neoplatonico e, col Medio Evo, nell'universo della tradizione giudaico-cristiana, si volle vedere nella bellezza, nella semplicità di questi rapporti armonici, il segno di una perfezione di natura divina. Nel pensiero cosmologico si infiltravano così dottrine e dogmi di natura mistica o religiosa che la "scienza" non poteva verificare né mettere in discussione.

Parallelamente, il concetto di armonia informava un'altra dottrina, l'alchimia, che ebbe in quei secoli una straordinaria fioritura: essa estendeva il concetto di livelli di perfezione ai metalli, anch'essi connessi ai pianeti e quindi alle anime.

Vennero le idee nuove del Rinascimento ma il castello dogmatico dell'universo non ne fu scosso. Agli inizi del '600 Johannes Kepler, elaborando i dati relativi alle osservazioni planetarie, confermò che la Terra non era al centro del sistema solare e trovò che i pianeti si muovevano intorno al Sole secondo orbite che non erano "perfetti" cerchi, bensì "imperfette ellissi". Dopo dieci anni dalla pubblicazione della sua principale opera "Astronomia nova" scrisse "Harmonice mundi". Ripresi alcuni concetti geometrici che stabilivano i criteri con cui valutare i "gradi di regolarità" dei solidi e ciò anche in analogia con le proporzioni armoniche riuscì a concludere che le chiavi delle scale musicali si ritrovavano in certi movimenti dei pianeti. Facendo riferimento all'armonia musicale moderna, che con la sua varietà di espressioni gli offriva maggiori "scappatoie matematiche" rispetto all'antica, determinò i "contrappunti" dell'armonia

⁽¹⁾ L'uomo non poteva sentirla poiché c'era nato dentro.

universale del sistema solare e trovò analogie tra certe grandezze planetarie e le voci di soprano, tenore, basso e contralto.

Pagato poco e a intervalli imprevedibili, la moglie e i figli vittime di malattie mortali, attaccato da tutte le parti, colpito dallo spettacolo crudele della guerra dei Trent'anni, Kepler sembra giocare con queste elucubrazioni geometriche tutte le carte della propria sopravvivenza in un disperato omaggio a un ideale di armonia universale. Forse la lettura della sua "Harmonice mundi" "fa sentire" in modo ancor più drammatico di quanto non facciano celebrate ricostruzioni teatrali la società in cui si svolsero le vicende che il suo illustre contemporaneo G. Galilei avrebbe di lì a poco vissuto.

Si arriva così nel '700, il secolo dominato dal pensiero di I. Newton. La fisica che giustifica il moto dei pianeti viene stabilita e alcuni quadri formali del sistema solare cambiano. Ma il triangolo dogmatico "artefice che fa le cose perfette – grandezze planetarie – segni di perfezione geometrica" è ancora un tabù. Nel 1766 l'astronomo passato come Titius scoprì una relazione empirica sulle distanze dei pianeti dal Sole, confermata poi dall'astronomo Bode, che suonava pressappoco così: se si scrive per qualsivoglia volte il numero 4 (4; 4; 4; 4; 4;... ecc.) e si somma il numero 3 al secondo 4, e il prodotto 3×2 al terzo, e $3 \times 2 \times 2$ al quarto e così via, si ottengono i numeri 4; 7; 10; 16; 28; 52; 100; 196; 388; ... ecc. Se si considera come unità di misura la distanza Terra-Sole (circa 150 milioni di km, la cosiddetta unità astronomica) e si dividono i suddetti numeri per 10, la serie che risulta descrive abbastanza bene, in unità astronomiche, le distanze dal Sole dei pianeti da Mercurio a Saturno (allora il più lontano pianeta conosciuto). Mercurio avrebbe così il numero 0,4, Venere 0,7, la Terra 1, Marte 1,6, un Pianeta mancante 2,8, e poi Giove 5,2 e Saturno 10; questi numeri, secondo la legge di Titius-Bode, dicono che Mercurio dista dal Sole di meno della metà di una unità astronomica (40%), Venere del 70% dell'unità, la Terra di 1 unità, Marte di una volta e mezzo l'unità, ecc. come approssimativamente avviene.

Tradotta in termini di logica matematica la formulazione della legge, nella sua versione originale, è tutt'altro che spettacolare. E ciò in quanto la premessa "se si scrive per qualsivoglia volte ..." contiene già parte della

soluzione così come nel gioco dei numeri “pensa un numero, moltiplicalo per un numero qualsiasi ...” la stessa serie di operazioni mentali richieste e la comunicazione del numero finale contengono già la soluzione, cioè il numero pensato.

In realtà la relazione di Titius-Bode può essere scritta in termini matematici meno ambigui e cabalistici. Diventa molto più significativa se la si enuncia dicendo (come si fa oggi riferendola però alla composizione del sistema planetario conosciuto al tempo in cui fu formulata) che la distanza di un pianeta dal Sole sta a quella del pianeta interno in un rapporto costante (costante per modo di dire poiché varia da 1,4 a 2). Due scoperte astronomiche che seguirono la formulazione della relazione di Titius-Bode contribuirono a rafforzarne la validità sia in chi vi vedeva la conferma di certi dogmi sia in chi vi intravedeva qualche significato fisico.

La prima fu la scoperta del pianeta Urano la cui distanza dal Sole corrispondeva al numero 19 (che veniva dopo il 10 di Saturno) previsto dalla relazione di Titius-Bode.

L'altra scoperta fu in un certo senso ancora più interessante. Si è detto che la serie prevedeva l'esistenza di un pianeta che si sarebbe dovuto trovare a 2,8 unità astronomiche dal Sole, una distanza intermedia tra quella di Marte e quella di Giove. L'assoluta fede nella legge di Titius-Bode, vivacizzata dalla scoperta di Urano, fece sì che in un certo ambiente astronomico si organizzasse la ricerca del pianeta mancante. Fu stabilito un programma di osservazioni sistematiche che in un certo qual senso anticipava quelli moderni di cooperazione spaziale in quanto si basava su una rete di ben 24 osservatori astronomici.

Nel 1801 Giuseppe Piazzi, direttore dell'Osservatorio astronomico di Palermo che non faceva parte del programma e che si interessava di altro, osservò un piccolissimo corpo illuminato dal Sole che viaggiava proprio là dove erano puntati, probabilmente da astronomi meno esperti di lui, i 24 telescopi dell'organizzazione. Chiamò il piccolo corpo planetario Cerere (la dea della prosperità della Sicilia) e ne seguì la traiettoria per parecchi giorni. Quando ne riferì la scoperta alla comunità scientifica Cerere era intanto sparita. L'eccitazione che la notizia suscitò in certi ambienti e la preoccupazione manifestata dagli astronomi sulla possibilità di ritrovare nel

cielo il corpo così poco luminoso visto dal Piazzi, fecero sì che lo stesso Karl F. Gauss, forse la più geniale mente matematica dell'umanità, si assumesse il compito di ricalcolare le orbite dei pianeti in modo da prevederne le traiettorie con maggior precisione sì da rendere i dati del Piazzi più affidabili per ritrovare Cerere. E l'anno successivo puntualmente Cerere ricomparve.

Si scoprirono poi altri 4 o 5 corpi asteroidali ancora più piccoli di Cerere e altri ancora. Con il potere risolutivo dei telescopi moderni si è infine ricostruita l'immagine della cintura di pietre asteroidali che orbita tra Marte e Giove a 2,8 unità astronomiche di distanza dal Sole proprio là dove secondo la legge di Titius-Bode dovrebbe orbitare un pianeta. Le scoperte dei pianeti Nettuno e Plutone, rispettivamente nel 1846 e nel 1930, furono per molti una delusione in quanto le loro distanze non obbedivano alla legge.

L'ipotesi che la cintura degli asteroidi sia formata dai residui di un pianeta esploso è ancora oggi discussa anche se in un'ottica completamente diversa.

La relazione empirica di Titius-Bode (nella sua moderna riformulazione) può presentare oggi per la scienza motivi di interesse diversi da quelli che sembravano impliciti nella sua primitiva interpretazione. Il suo significato più immediato è che, nel migliore dei casi, essa funziona parzialmente e imperfettamente e quindi non è una legge nel senso che in fisica si dà al termine di legge. Riproporla o menzionarla in tale rango nei testi scolastici, come avviene ancor oggi, è quanto meno scorretto.

D'altra parte però, la sua corrispondenza con certe realtà delle distanze planetarie, anche se grossolana e parziale, può essere interpretata come un ricordo di carattere locale dell'intero sistema planetario. In altri termini, la regola delle distanze planetarie riflette in qualche modo, nell'opinione di alcuni scienziati, le spazature che si erano create tra le fasce originali nell'interno delle quali il materiale della nebulosa ancestrale andò agglomerando i pianeti. Pertanto le teorie della formazione del sistema planetario dovrebbero contenere, secondo questi scienziati, una giustificazione della legge stessa.

Va fatto subito presente che questo modo di vedere le cose non comporta assolutamente un richiamo al concetto di "perfezione",

“armonia”, “impronta divina”, ecc. Per chiarire meglio questo concetto è forse necessario aggiungere qualche ulteriore precisazione. Se per esempio si porta ad alta temperatura l'idrogeno contenuto in un recipiente, o, in altri termini, si accende una lampada all'idrogeno, la luce emessa, vista con uno strumento che filtra piccolissimi intervalli di lunghezza d'onda si presenta come una successione di righe di luce alternate al buio.

Le distanze (le lunghezze d'onda) delle righe luminose formano una serie numerica straordinariamente semplice e perfetta (cioè senza le approssimazioni con le quali si applica la relazione di Titius-Bode). Quando Johann J. Balmer scoprì nel 1885 il comportamento delle righe di emissione dell'idrogeno, che condensò nella formula con i quadrati dei numeri in proporzione inversa nessuno capì lì per lì che cosa volesse dire ma, d'altra parte, a nessuno venne in mente di vederci segni della perfezione del creato. Fu invece chiaro che essa era un indice della “fisica che c'era sotto”. Qualsiasi futura teoria della emissione luminosa dell'idrogeno avrebbe dovuto quindi contenere implicitamente la giustificazione della serie di Balmer. E così fece la prima teoria dell'atomo di Niels Bohr e, meglio ancora, la successiva meccanica quantistica. È in questi termini quindi che va inteso oggi il termine giustificazione riferito alla serie di Titius-Bode.

Per altri scienziati invece la relazione di Titius-Bode non può essere vista nemmeno come memoria significativa del sistema solare in quanto riflette semplicemente il fatto che i pianeti non potevano crescere l'uno troppo vicino all'altro senza influenzarsi a vicenda. Se si prende una serie di distanze a caso e si eliminano quelle corrispondenti alle distanze critiche tra pianeta e pianeta si può anche ottenere, essi affermano, la legge delle distanze planetarie.

Pur se la formula di Titius-Bode è stata oggi completamente ridimensionata e non solo nei suoi aspetti mitici, essa ha ancora qualche sporadico sostenitore che la vorrebbe riqualificare in qualche modo attribuendole il rango effettivo di legge. Qualche anno fa è stata presentata una teoria che in tale ottica ristabilisce a ritroso la validità della legge di Titius-Bode. Assume cioè che quando i pianeti si formarono le loro distanze erano disposte esattamente secondo la legge senza approssimazioni. Con un opportuno programma di calcolo le distanze iniziali tra pianeta e pianeta

vennero fatte evolvere tenendo conto delle perturbazioni gravitazionali dell'uno verso l'altro. Si teneva inoltre conto della presenza nell'attuale cintura degli asteroidi di un pianeta Gigante che aveva all'inizio della storia una massa 90 volte maggiore di quella della Terra. Assumendo orbite e moti molto semplificati (nessun calcolatore sarebbe stato in grado altrimenti di eseguire le operazioni necessarie) le caratteristiche geometriche del primitivo sistema solare vengono calcolate passo passo dalla sua origine in avanti.

Le distanze planetarie variano così rispetto alle distanze perfette iniziali, e procedendo nel tempo la legge di Titius-Bode perde sempre più il ricordo di se stessa. Per arrivare a giustificare ciò che si osserva oggi il programma di calcolo è costretto a far esplodere il pianeta Gigante 16 milioni di anni fa.

Benché sia stato dimostrato che se, partendo dalle stesse condizioni iniziali fissate dalla teoria, si fanno eseguire i calcoli da diversi istituti, si ottengono risultati in disaccordo l'uno rispetto all'altro anche del 100%, la presenza dei sassi asteroidali, cioè dei residui del presunto pianeta Gigante esploso, proprio là dove secondo la teoria dovrebbe essere, è non di meno per i promotori della teoria stessa un elemento che non può essere casuale.

Per eliminare tutti i possibili dubbi e "distinguo" su basi ancora più obiettive c'è stato chi ha riprodotto lo schema dell'esplosione del pianeta Gigante di 16 milioni di anni fa, come dice la teoria, e ha calcolato cosa sarebbe successo. Va premesso che l'attuale massa degli asteroidi è in tutto circa un millesimo di quella del pianeta Terra e quindi soltanto un cento millesimo del presunto pianeta Gigante.

Ricostruite le modalità dell'esplosione in modo tale da lasciare il centomillesimo nella presente "cintura degli asteroidi", il materiale polverizzato del pianeta Gigante avrebbe viaggiato come un'onda sferica propagantesi in tutto il sistema solare. Il getto di materia che avrebbe investito la Terra sarebbe stato "soltanto" di qualche milione di milioni di kilogrammi. Ma arrivando sulla superficie del nostro pianeta alla velocità di 60 km al secondo, avrebbe creato in poco più di un minuto una quantità di calore che (calcolando le perdite) sarebbe stato equivalente a 8 anni di irradiazione solare! Acqua per una profondità di 20 metri sarebbe entrata in

ebollizione. Si sarebbe formata un'atmosfera di vapor d'acqua con una massa doppia di quella attuale.

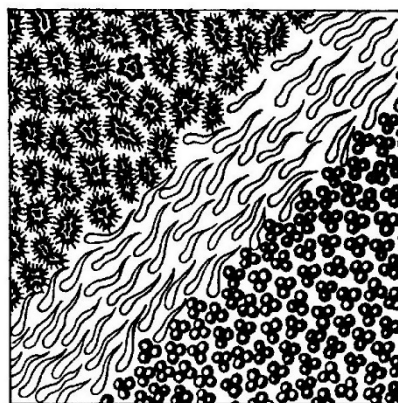
Investita in un emisfero, la Terra avrebbe visto il cataclisma raggiungere l'altro in poche ore. Nessun punto del nostro pianeta si sarebbe salvato. Questo è appena uno degli effetti. I residui della esplosione del pianeta Gigante arrivati sul Sole avrebbero provocato una fiammata solare che avrebbe investito la Terra causando... Ma è inutile aggiungere catastrofe a catastrofe. Sedici milioni di anni fa c'era già sulla Terra una vita progredita che comprendeva anche i primordiali antenati di chi ha presentato la teoria del pianeta Gigante esploso e di chi ne ha discusso gli effetti. Se la legge di Titius-Bode, al solo scopo di rispettare gli intenti dell'artefice della perfezione, avesse veramente funzionato così, oggi noi non staremmo qui a parlarne.

FRONTIERE

Misteri della vita

Soltanto dopo 1000 milioni di anni dalla sua produzione ... l'ossigeno cominciò ad uscire dalle acque per diffondersi nell'atmosfera ...

Torniamo indietro di 5,6 miliardi di anni. Il nostro pianeta si è appena formato: una immensa distesa d'acqua dove le terre emerse sono raggruppate in un unico continente. L'atmosfera non conteneva ossigeno libero. Gli atomi di carbonio, azoto, ossigeno e idrogeno, i fondamentali costituenti della materia vivente, erano legati tra loro in molecole di metano, ammoniaca, anidride carbonica e vapor acqueo, il miscuglio di gas dell'atmosfera primitiva terrestre.



Possenti fonti di energia, quali folgori temporalesche, eruzioni di innumerevoli vulcani, intense onde sonore provocate dalla caduta di grandi meteoriti erano presenti sulla superficie del pianeta. Agivano sul miscuglio di gas dando luogo a reazioni di sintesi. Venivano così prodotte enormi molecole organiche tra le quali gli amminoacidi, i più piccoli mattoni della vita. Piovevano in gran copia sulla superficie terrestre.

Immaginiamoci una primitiva laguna tropicale dove ruscelli di acqua dolce trasportavano in soluzione composti della crosta terrestre sotto ossidati (l'ossigeno atmosferico non c'era ancora).

Sugli insiemi concentrati dei prodotti organici di sintesi, collocati alla profondità di 10 metri d'acqua, lo spessore necessario per tagliar via, come fa oggi l'ozono, la letale radiazione ultravioletta solare, si accentuò via via un processo di trasformazione dal meno complesso al più complesso, chiamato evoluzione chimica.

Passarono quasi 3.000 milioni di anni e i più giganteschi prodotti dell'evoluzione chimica, i cosiddetti elementi organizzati, vennero a dotarsi di recettori capaci di catturare e immagazzinare la tenue luce solare incidente alla profondità di 10 metri d'acqua. Si innescò così il processo di fotosintesi. Da anidride carbonica, acqua e luce si formarono i carboidrati, il nutrimento dell'organismo, e ossigeno libero che veniva immesso nell'ambiente. Ma il nuovo gas era estremamente nocivo per gli stessi esseri viventi che lo producevano. Aveva la proprietà di ustionare irrimediabilmente le delicate strutture cellulari che lo avevano emesso.

La materia inanimata sventò il pericolo mortale. I sali in soluzione nell'acqua dolce che si immetteva nella laguna reagivano istantaneamente con l'ossigeno togliendolo di mezzo. Sali ferrosi rimuovevano l'ossigeno ossidandosi in ferrici dando luogo ad una specie di corto circuito. Il processo che liberava ossigeno e quello che lo catturava agivano contemporaneamente e nello stesso luogo. L'evoluzione biologica impiegò circa 1.000 milioni di anni per dotare i primitivi organismi degli enzimi atti a proteggerli dal "veleno" ossigeno, gli stessi enzimi "disintossicanti" presenti nelle cellule degli attuali viventi.

Soltanto dopo 1.000 milioni di anni dalla sua produzione, dunque, l'ossigeno cominciò ad uscire dalle acque per diffondersi nell'atmosfera, inducendo così la formazione dello strato protettivo di ozono. Ciò causò una spinta nell'evoluzione biologica di natura "esplosiva", nel senso che i microrganismi viventi si moltiplicarono enormemente. Alla vita nascente, relegata per più di 1.000 milioni di anni in un habitat ristretto, si aprì tutta la immensità dell'oceano. La vita si avventurò sulle terre emerse. Ciò che successe dopo lo studiamo a scuola.

Tuttavia tra i misteri della vita non c'è soltanto quello della sua origine. Il mondo circostante ce ne pone altri altrettanto affascinanti. Tra i più suggestivi c'è il rebus del confine tra il vivente e il non vivente. Quando, più di 2000 anni fa, Aristotele si pose il problema, concluse affermando che la natura aveva fatto una transizione così graduale tra il mondo vivente e quello non vivente che la linea di confine era talmente dubbia da poterla considerare inesistente. Nel passato più recente invece, e fino agli anni

Venti e Trenta, c'erano elementi per sostenere che i due fossero nettamente divisi.

Si riteneva allora che tutte le malattie infettive fossero causate da microbi viventi e si pensava che i più piccoli fossero i batteri. Si stabilì che essi erano organismi dotati di tutte le funzioni vitali anche se basate su attività biochimiche ridottissime. Si giunse tuttavia a constatare che nel mondo dei microrganismi ce ne dovessero essere anche di più piccoli dei batteri, i virus. Ma si stabilì anche che erano tanto piccoli da sfuggire all'osservazione dei migliori microscopi ottici. Più tardi con l'invenzione del microscopio elettronico fu possibile osservare e misurare anche i virus.

Nel frattempo i chimici avevano scoperto certe enormi molecole di dimensioni appena una decina di volte inferiori a quelle dei più piccoli batteri. Tra le molecole dei chimici e i batteri dei biologi c'era quindi una sorta di terra di nessuno che, a prima vista, sembrava confermare l'esistenza di una barriera "oggettiva" tra il non vivente e il vivente. Il mondo dei virus è stato esplorato a fondo soltanto a partire dagli anni Cinquanta. Si è scoperto che essi sono oggetti che per le loro dimensioni occupano tale terra di nessuno. Non solo, ma che alcuni virus sono più piccoli delle più grandi molecole dei chimici e altri sono più grandi dei più piccoli batteri.

Ma ancora più sconcertante è il comportamento dei virus. Uno degli attributi dell'organismo vivente è la sua capacità di riprodursi. I batteri, per esempio, messi in un recipiente contenente un substrato nutritivo, si riproducono moltiplicandosi. I virus, messi nelle stesse condizioni, si comportano come particelle di sostanza inerte. Non crescono né si riproducono. Ma se vengono messi nelle cellule di un organismo vivente entrano in attività riproducendosi.

Ogni tipo di virus si comporta così solo se viene messo nelle cellule di tipi ben definiti di piante e animali. In altre non dà segni di attività. In breve, per ogni tipo di virus c'è un insieme di cellule viventi che lo rende attivo.

Ma come e dove i biologi collocano i virus nel mondo? Dopo le prime scoperte, alcuni scienziati affermavano che poiché i virus sono in grado, anche se in condizioni tutte particolari, di crescere, riprodursi e mutare, essi devono essere viventi. Altri facevano notare che, poiché i virus non sono

dotati dei complessi processi biochimici che di “per se stessi” fanno un organismo vivente, essi andavano piuttosto considerati come oggetti non viventi.

Tra i tanti esperimenti di laboratorio effettuati sui virus ce n'è uno che, per la sua semplicità, sembra rispondere al quesito. L'esperimento fu eseguito negli anni Cinquanta ed ebbe come oggetto il virus “mosaico del tabacco”, chiamato così perché causa una malattia tipica della pianta del tabacco per la quale le foglie assumono una screziatura somigliante a un mosaico. I virus sono costituiti essenzialmente da acido nucleico che si trova nell'interno di un sacchetto, a forma di bastoncino, di materiale proteico. Gli scienziati riuscirono a trovare un metodo chimico con cui furono in grado di scomporre il virus “mosaico del tabacco” nei suoi due principali costituenti. In un recipiente pieno d'acqua fu messo l'acido nucleico e in un altro il materiale proteico. Ottennero così due soluzioni inerti, stabili, materia senza alcun segno di attività vitale; poi le mescolarono.

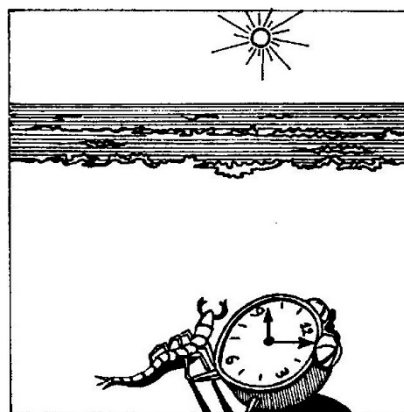
Dopo qualche tempo osservarono che le molecole del materiale proteico cominciarono ad “agitarsi” nella soluzione e a muoversi in direzione delle molecole di acido nucleico. Si verificò nella soluzione un addensamento “spontaneo” di molecole che portò il materiale proteico ad aggregarsi intorno all'acido nucleico. Si formò così qualcosa di esattamente simile al virus iniziale. Non solo, ma una volta prelevata dalla soluzione e messa su una foglia di una pianta di tabacco, la “struttura” creata spontaneamente si comportò esattamente come il virus del tabacco.

C'è quindi da credere, come Aristotele, che la linea di confine tra il vivente e il non vivente è tanto dubbia da poterla considerare inesistente. Il che tra l'altro, per chi non conosce la biologia, è anche l'ipotesi più semplice.

MARE*Alla scoperta delle doti degli animali*

... piccole particelle colpite dalla radiazione bianca del sole hanno la proprietà di diffonderne una parte in tutte le direzioni e la luce diffusa avrà un colore che tanto più tende all'azzurro quanto più piccole sono le particelle diffondenti ...

Dopo il bagno di mare si usa di solito abbandonarsi su una sedia a sdraio per asciugarsi al sole. Nel contemplare ciò che succede intorno, a qualche lettore sarà capitato di osservare una piccola creatura uscire dall'acqua e avanzare sulla spiaggia. L'inconfondibile modo di procedere, una successione di piccoli salti, permette di identificare l'animale. Viene comunemente chiamato pulce di mare.



Avanza a zig zag sulla sabbia per un lungo tratto. Talvolta si spinge in avanti fino a raggiungere la parte estrema della spiaggia vicina all'entroterra. Con una successione di giravolte vaga qua e là coprendo una zona della spiaggia di superficie relativamente ampia. Dopo una ventina di minuti di "esplorazione" compie un ultimo salto accompagnato da una rotazione che ne assesta il corpo in direzione del mare. Attraversa velocemente il tratto di spiaggia con una traiettoria praticamente rettilinea e si tuffa in acqua.

La stragrande maggioranza degli osservatori non è portata a domandarsi che senso abbia l'esibizione della pulce di mare. Sembra una delle tante stravaganze che, nell'ottica del profano, caratterizzano il comportamento del mondo animale.

Gli animali sono tutt'altro che stravaganti.

La pulce di mare si nutre di alghe che il mare deposita sulla spiaggia. Predilige quelle che hanno raggiunto il più avanzato stato di putrefazione. Di qui la ricerca di nutrimento nella parte della spiaggia più lontana dal mare dove il sole ha picchiato per giorni e giorni “cucinando” a puntino il suo cibo.

Ancor più raramente l'osservatore si pone il problema di come faccia l'animaletto dall'interno di un piccolo avvallamento di sabbia, per le dimensioni del suo corpo un vero e proprio cratere, a ritrovare la direzione del mare dato che gli ostacoli circostanti gli impediscono di vederlo.

La scienza ha dimostrato che la semplice valutazione dell'altezza del sole sull'orizzonte è sufficiente a indicargli la direzione del mare dal quale è emerso. Anche l'uomo può orientarsi con il sole alto sull'orizzonte ma a condizione che possieda un orologio. Punta la lancetta delle ore verso il sole: la bisettrice dell'angolo tra questa direzione e quella del segno sull'orologio marcato 12, ovvero mezzogiorno, corrisponde al Sud.

La natura ha fornito alla pulce di mare il dono di orientarsi senza ricorrere all'orologio. La capacità di avvalersi dell'altezza del sole sull'orizzonte al fine di individuare la direzione è stampata nel suo patrimonio genetico. Si supponga di trasportare un uomo bendato da una località del Tirreno in un bosco posto nell'entroterra dell'Adriatico. Nulla sapendo dell'entità dello spostamento egli sarà in grado, attraverso l'orologio e la posizione del sole, di individuare i quattro punti cardinali ma non sarà in condizione di stabilire la direzione da prendere per andare verso il mare.

La pulce di mare dovrebbe trovarsi nel medesimo stato di incertezza.

Se si raccolgono alcune centinaia di pulci di mare vissute “da sempre” sul Tirreno e le si trasportano dentro un sacco in una località dell'entroterra di Ostia si osserva che, una volta depositate sul terreno, si avviano tutte rapidamente verso il mare.

Si compia sulle pulci di mare lo stesso esperimento effettuato con l'uomo munito di orologio trasportandole in una località vicina all'Adriatico. Il loro innato senso di orientamento dovrebbe guidarle verso l'entroterra e non già verso il mare. All'atto pratico si osserva una profonda diversità di comportamento. Alcune si avviano verso l'entroterra, altre rimangono a

gironzolare nella zona. Dopo aver percorso una serie di piccoli tratti verso un ampio spettro di direzioni la maggior parte delle pulci di mare finisce per avviarsi decisamente verso il mare. È stato scoperto recentemente che la Natura ha fornito alle pulci di mare un ulteriore modo di orientarsi. È del tutto diverso dall'altro. Nel patrimonio genetico dei piccoli animaletti c'è una informazione supplementare. **L'azzurro del cielo è più "puro" in direzione del mare che in quella dell'entroterra!!**

Se si effettua una serie di esperimenti sull'interazione della luce con le "cose piccolissime" si giunge a enunciare la seguente legge: piccole particelle colpite dalla radiazione bianca del sole hanno la proprietà di diffondere una parte in tutte le direzioni e la luce diffusa avrà un colore che tanto più tende all'azzurro quanto più piccole sono le particelle diffondenti. Questa affermazione non è corretta dal punto di vista della fisica. Tuttavia acquista piena validità in natura. Le più piccole particelle atmosferiche sono le molecole del miscuglio di gas che noi chiamiamo aria. In una giornata estiva l'intensità dell'azzurro dell'atmosfera sul mare può essere trenta volte maggiore rispetto all'entroterra!

La legge fisica che spiega l'azzurro del cielo fu intuuta da Leonardo. Ha assunto la veste di relazione matematica verso la fine del secolo scorso [N.d.R. *fine dell'Ottocento*]. Soltanto oggi l'uomo scopre che, nella sua essenza pratica, fu impressa milioni di anni fa nei cromosomi delle pulci di mare a opera di quella fantasiosa entità che noi chiamiamo Natura.

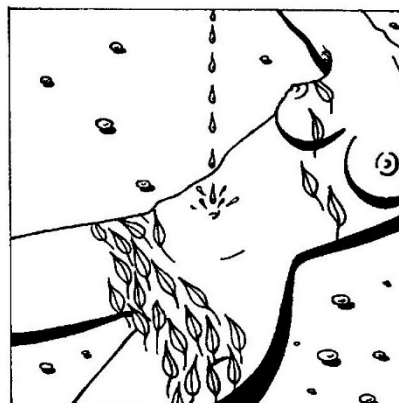
GOCCIA

Gutta cavat lapidem

... l'espansione delle bolle è paragonabile all'innesco di una esplosione e il collasso dell'esplosione stessa ...

Gutta cavat lapidem (la goccia scava la pietra), dicevano gli antichi. La goccia che cade su una superficie di granito non provoca alcun fenomeno distruttivo ma alla lunga è in grado di degradare il minerale.

Ecco un processo fisico per cui una serie composta di innumerevoli impulsi ciascuno uguale a zero dà come risultato un effetto diverso da zero. Il che è ovviamente impossibile.



L'aspetto più straordinario di "Gutta cavat lapidem" risiede nel fatto che anche nella logica della fisica tradizionale la caduta di una goccia su una piastra di granito produce un degrado che è effettivamente nullo. Detto in altri termini, secondo le leggi della fisica classica nemmeno una molecola della sostanza di cui è composta la pietra può essere strappata dal minerale, per quanto lungo sia il succedersi della caduta delle gocce.

La scienza non può accettare una contraddizione del genere e quindi per più di due secoli "Gutta cavat lapidem" ha assunto per la fisica la veste di un vero e proprio rebus. L'aspetto enigmatico del fenomeno si traduce per la scienza nella certezza che deve esistere "da qualche parte" un processo fisicamente attendibile atto a giustificare il degrado osservato.

Come spesso accade nella ricerca, lo studio di un fenomeno che si svolge in un campo della conoscenza ristretto a una piccola comunità scientifica finisce per fornire lumi atti a spiegare eventi che si verificano altrove. È il caso di "Gutta cavat lapidem".

L'acqua, la sostanza che ricopre più del 70% della superficie del nostro pianeta e costituisce la quasi totalità della massa degli esseri viventi, presenta notevoli anomalie di comportamento rispetto alle proprietà dei liquidi stabilite dalla fisica classica.

Tra le tante c'è che essa contiene nel suo interno piccolissime bolle di gas normalmente invisibili. Tutte le risultanze sperimentali mostrano che anche le acque purificate con processi di laboratorio contengono bollicine estremamente piccole. Un'onda sonora incidente sul liquido crea una variazione della pressione che provoca l'espansione delle bolle. Ciò induce nel liquido un fenomeno chiamato cavitazione.

Le pareti delle bolle espanse collassano istantaneamente, cioè sono soggette a una rapidissima contrazione. Questa è così violenta da provocare sul contenitore del liquido (cioè sulle pareti del recipiente) effetti estremamente disruptivi. Il rapporto delle energie in gioco, vale a dire quelle relative all'espansione delle bolle e al susseguente collasso, è enorme. Se ne può dare un'idea affermando che l'espansione delle bolle è paragonabile all'innesco di una esplosione e il collasso all'esplosione stessa.

Il termine cavitazione deriva dal fatto che la pressione "esplosiva" si manifesta per collasso delle cavità di gas o vapore contenute nel liquido.

Per dare un'idea degli effetti disruptivi provocati dalla cavitazione di una bolla d'aria il cui diametro si riduce a un centesimo di quello originale (espanso) è dell'ordine di mille tonnellate su centimetro quadrato! La stessa esercitata su un essere umano dalla caduta di un grattacielo.

Lo studio della cavitazione è ristretto a una branca estremamente specialistica dell'ingegneria navale poiché il processo di espansione e collasso delle bolle avviene principalmente per l'azione dinamica delle eliche delle navi. La cavitazione è tanto intensa da causare una rapida corrosione del materiale delle eliche e raggiunge talvolta una violenza da distruggere le pale stesse. Il rumore sordo che accompagna il moto delle eliche delle imbarcazioni è dovuto, per l'appunto, alla cavitazione.

L'urto della goccia sul granito provoca l'espansione e il successivo collasso delle bolle d'aria contenute nell'acqua. "Gutta cavat lapidem" è in definitiva il risultato di una successione di eventi a carattere dirompente pur se l'effetto di ciascuno di essi è, a prima vista, impercettibile.

Ciò offre lo spunto per una riflessione su proverbi e massime che informano le credenze insite nella nostra società. Alcune, è il caso di “Gutta cavat lapidem”, trovano una giustificazione nel pensiero scientifico. Su altre, come quelle che attribuiscono l’abbondanza del raccolto o la eccezionale qualità dei vini a operazioni compiute dall’uomo durante una certa fase lunare, la scienza non si pronuncia. Si limita a dire, nella sua estrema prudenza, che non esistono a tutt’oggi basi conoscitive per confermarle.

La terza categoria di credenze, amuleti, carte e chiromanti è invece del tutto infondata. Sembra che sia molto diffusa nella nostra società. Si legge qua e là sulla stampa che perfino alcuni responsabili dell’esecutivo usano prendere decisioni dopo aver consultato famosi veggenti. Questa prassi è probabilmente più nociva alla nostra società dell’inquinamento ambientale, il fattore fisico principale del deterioramento della qualità della vita.

ESTATE

Vivere nella calura

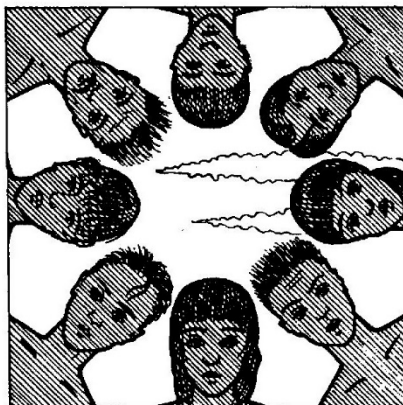
La sensazione di caldo che proviamo nelle vicinanze ... di un ferro da stiro in funzione è causata dalla radiazione infrarossa emessa dall'utensile e trasformata in calore per assorbimento da parte del nostro corpo.

Ogni anno poco prima dell'estate comincia a far caldo. Gli abitanti della nostra penisola, in particolare il Nord Italia, non sono ancora preparati ad affrontare le sofferenze. Eppure saranno le stesse degli anni passati. Sembreranno ancor più insopportabili poiché quelle dell'estate scorsa sono passate nel dimenticatoio.

In giornate particolarmente torride capita di assistere al collasso di un pedone colpito da malessere. Tutti i presenti gli si avvicinano nell'intento di soccorrerlo. L'assembramento si fa via via più consistente. A voce alta qualcuno invita i presenti ad allontanarsi. Spesso aggiunge: «Gli togliete l'aria». Quest'ultima frase è priva di senso, L'aria si può togliere soltanto da un recipiente accuratamente sigillato mediante l'uso di una efficiente macchina per fare il vuoto.

Tuttavia l'invito a "lasciar spazio libero" al sofferente è quanto mai corretto dal punto di vista della Fisica.

I concetti di caldo, calura, afa, freddo, gelo, ecc. sono molto vaghi poiché esprimono sensazioni che non sono soltanto funzioni dei parametri climatici ma anche delle reazioni individuali. A parità di condizioni ambientali queste ultime sono molto diverse. Dipendono da vari fattori quali il sesso, l'età. La costituzione fisica e psichica, lo stato di salute, la dieta, ecc.



C'è tuttavia un denominatore comune. Queste sensazioni sono strettamente legate alla quantità di calore scambiata dal nostro corpo con l'ambiente circostante.

Se la quantità di calore perduta è in equilibrio con quella prodotta internamente, dipendente a sua volta dal grado di attività dell'individuo, si prova la sensazione di massimo benessere. Se è minore il corpo umano si scalda (sensazione di caldo), se è maggiore si raffredda (sensazione di freddo).

A temperature dell'aria inferiori a circa 25°C (quando il raffreddamento per evaporazione del sudore gioca un ruolo trascurabile) la perdita di calore del nostro corpo dipende essenzialmente dalla temperatura dell'aria e dal vento. A temperature più elevate la perdita di calore per evaporazione diventa via via dominante. Oltre che dai due fattori ambientali sopra menzionati essa dipende dall'umidità relativa dell'aria. Se questa è bassa il tasso di calore perduto è elevato il che, in estate, crea benessere. Purtroppo in Val Padana l'umidità relativa dell'aria è spesso elevata anche nella stagione calda. Ciò fa sì che nel Nord Italia la gente senta "più caldo" rispetto a quella che vive in altre località e questo a parità di valori di temperatura dell'aria e di velocità del vento.

Tra i processi di perdita di calore con l'ambiente ce n'è uno che gioca un ruolo dominante nel grado di benessere: lo scambio di calore per irraggiamento. La sensazione di caldo che proviamo nelle vicinanze, ad esempio, di un ferro da stiro in funzione è causata dalla radiazione infrarossa emessa dall'utensile e trasformata in calore per assorbimento da parte del nostro corpo.

Questo "fatto" pur se espresso in termini approssimativi dovrebbe aiutarci a comprendere la legge fisica che ne sta a monte. Tra due corpi posti l'uno di fronte all'altro si verifica uno scambio di calore per irraggiamento. Il corpo a temperatura più bassa si scalda poiché riceve "energia raggianti" emessa dall'altro, il quale a sua volta si raffredda. A parità di condizioni geometriche, tanto maggiori saranno il calore ricevuto e quello perduto quanto maggiore sarà la differenza di temperatura esistente tra i due corpi. Una conseguenza immediata di questa legge fisica è che se i

due corpi **hanno la stessa temperatura lo scambio di calore per irraggiamento è nullo.**

Gli oggetti intorno a noi, le pareti interne dei muri ad esempio, si trovano, anche in piena estate, a temperatura minore di quella del nostro corpo. Ciò fa sì che la grande porzione di calore da noi perduta, fonte di benessere, sia dovuta alla quantità di radiazione infrarossa emessa dal nostro corpo verso l'ambiente circostante.

La legge fisica "abbozzata" precedentemente spiega la sensazione di caldo che si prova nei locali affollati. La superficie delle pareti verso cui normalmente il nostro corpo perde calore per irraggiamento viene "sostituita" da altra formata da essere umani. La sensazione di caldo ci proviene dal fatto che, in presenza della folla, si riducono le dimensioni della superficie esterna verso la quale è possibile perdere calore per irraggiamento. Ad esempio, gli attori si trovano a loro agio durante le prove (teatro vuoto) ma soffrono terribilmente il caldo durante la prima (teatro occupato in ogni ordine di posti).

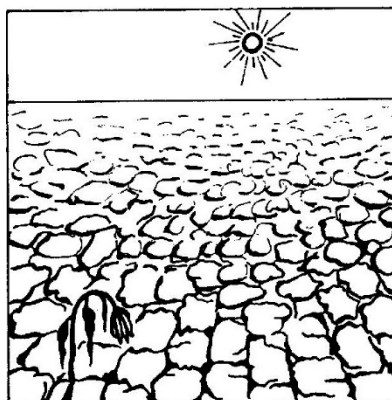
In conclusione, l'assembramento attorno al pedone colpito da calura è estremamente nocivo poiché la superficie dei muri della strada (più freddi) viene sostituita da altra verso la quale la perdita di calore, il solo processo atto a rianimare la persona colpita da malessere, **è nulla** in quanto formata da corpi aventi la stessa temperatura di quella della vittima. Dal punto di vista puramente fisico l'accorrere dei volenterosi induce nel sofferente lo stesso tipo di "sollevio" che proverebbe un essere umano con evidenti sintomi di congelamento se, per assurda pietà altrui, venisse immediatamente collocato nell'interno di un frigorifero.

CARESTIE

La siccità in Africa

... bisogna accettare il concetto che la siccità non causa di per sé stessa i disastri che le si addebitano ma ... può portare alla distruzione della capacità produttiva di intere comunità agricole.

Giungono periodicamente dall'Africa notizie dell'avvento di una nuova carestia dovuta alla siccità. La televisione ci mostra immagini dell'Africa subsahariana che suscitano in noi profondi sentimenti di pietà. Bambini denutriti al limite della sopravvivenza, campi profughi superaffollati, teorie di scheletri di animali abbandonati lungo i sentieri illustrano in modo sconvolgente le immani sofferenze di creature appartenenti alla nostra specie.



Non c'è dubbio che il flagello sia il risultato di programmi governativi tendenti a ottenere una soddisfacente produzione agricola che tuttavia non tengono conto dei frequenti periodi di siccità. Sembra che con l'arrivo di qualche piovasco si instauri nella gente del posto la tendenza a dimenticare le passate sofferenze e a ricominciare a coltivare come se il futuro fosse uguale al presente.

La rinnovata operosità di governi ed enti pubblici finisce per distogliere dal problema la mente degli abitanti. In realtà purtroppo episodi di siccità continueranno a manifestarsi nel futuro anche immediato.

È probabilmente inutile cercare un'unica causa della carestia in Africa. I regimi climatici locali e regionali sono molto diversi perché dipendono non soltanto da processi atmosferici e caratteristiche topografiche differenti: nelle regioni interessate sono insediate comunità umane che fanno un

diverso uso della terra e ciascun tipo di uso richiede risorse idriche in misura diversa.

Il più delle volte i pastori sono i primi ad avvertire l'avvento di un periodo di siccità poiché vagano come nomadi ai limiti delle aree desertiche. I pascoli si disseccano e il foraggio per le mandrie scarseggia. Nei loro spostamenti non trovano zone adatte al sostentamento del bestiame. E se le trovano finiscono spesso per esaurirle in tempi brevi. La coltivazione intensiva intorno ai punti d'acqua permanenti o semipermanenti opera in modo da rompere l'equilibrio tra vegetazione e risorse idriche. La carestia diventa un flagello irreversibile.

Prevedere l'avvento della carestia è un problema tutt'altro che semplice. È stato dimostrato, ad esempio, che nel periodo di siccità 1982-1984 solo pochi paesi africani che hanno accusato scarsità di risorse alimentari hanno sofferto vere e proprie carestie. Queste si sono manifestate intensamente in quelle località che dovevano fronteggiare non solo la siccità ma anche gravi conflitti interni.

In definitiva bisogna accettare il concetto che la siccità non causa di per sé stessa i disastri che le si addebitano ma che combinandosi con problemi economici e sociali preesistenti può portare alla distruzione della capacità produttiva di intere comunità agricole.

Tuttavia i governi locali nel programmare interventi agricoli non tengono conto dei fattori climatici. Ci si lamenta da lustri che i dati meteorologici sono pochi e inaffidabili. Purtroppo nulla si fa per estendere le reti degli strumenti le cui misurazioni, propriamente elaborate, permetterebbero di dare alle variabili climatiche quella veste di fattori storici che esse hanno nella realtà.

Sembra un paradosso ma proprio là dove è provato che la climatologia storica potrebbe salvare tante vite non c'è segno di volerla tenere presente nella stesura di programmi agricoli. E siamo alle soglie del 2000.

FUOCO

Gli incendi dei boschi

... gli indigeni delle Andamane ... non conoscono alcun metodo per produrre il fuoco e sono quindi tenuti a mantenerlo costantemente acceso.

Si afferma che l'uso del fuoco sia stata la più grande conquista della nostra specie. È probabile che inizialmente l'uomo primitivo non sapesse produrlo ma soltanto conservarlo. Tizzoni ardenti prelevati dagli incendi dei boschi servivano ad alimentare perennemente la fiamma su legna via via raccolta.



In tempi successivi apprese l'arte di generarlo a suo piacimento. L'importanza di questa fase del suo progresso è testimoniata sia dalla leggenda di Prometeo (l'ira degli Dei per un dono che innalzava l'uomo ai livelli degli abitanti dell'Olimpo) e sia dalle difficoltà che oggettivamente si incontrano nell'applicare il fuoco al legno. I reperti archeologici mostrano la straordinaria varietà delle tecniche impiegate all'uopo dal nostro lontano antenato. Sembra tuttavia ragionevole supporre che la creatività della sua mente fosse stata stimolata da osservazioni occasionali sul comportamento della Natura. Si pensi che gli indigeni delle Andamane, unici tra le attuali popolazioni, non conoscono alcun metodo per produrre il fuoco e sono quindi tenuti a mantenerlo costantemente acceso. L'elaborazione del fuoco da parte delle tribù primitive può essere considerata come una testimonianza non solo del timore reverenziale che l'uomo nutriva per l'oggetto misterioso ma anche dei privilegi che egli stesso ricavava mediante il suo impiego.

Come si genera il fuoco? O, più precisamente, quali sono le cause naturali degli incendi nei boschi?

La stragrande maggioranza degli incendi che si verificano nel mondo va attribuita ai fulmini. Prove inconfutabili provengono dagli U.S.A. dove il fenomeno si presenta frequentemente. L'immensità delle foreste colpite dai fulmini che appiccano il fuoco agli alberi ha creato in America vaste organizzazioni di uomini esperti nel circoscrivere il fenomeno e nell'estinguerlo.

Tuttavia è anche vero che gli incendi dei boschi avvengono anche durante i periodi di siccità. Varie ipotesi sono state formulate in proposito. Le resine che colano dai tronchi e dai rami di certi alberi assumono la forma di gocce che, in certi casi, si depositano sopra il fogliame. Alcune sono estremamente trasparenti. Potrebbero agire da lenti nel focalizzare i raggi solari su un punto delle foglie secche accumulate nel sottobosco. Particelle dai contorni arrotondati contenute nel suolo e formate da minerali trasparenti alla radiazione solare incidente potrebbero agire nello stesso modo.

Sappiamo che nei covoni di fieno può innescarsi il processo di fermentazione che talvolta sviluppa un calore così intenso da appiccare il fuoco al fieno. Negli ammassi di fogliame boschivo potrebbe prodursi lo stesso fenomeno.

Queste ipotesi tuttavia non sono del tutto convincenti. Ad esempio l'effetto "lente" richiede che per generare il fuoco la radiazione rimanga focalizzata nello stesso punto per un intervallo di tempo abbastanza lungo. Il moto apparente del sole fa sì che la concentrazione della luce sia praticamente istantanea e quindi inefficiente. A chiarire ogni dubbio in proposito ci sono i risultati di un'indagine svolta recentemente su foreste tropicali inabitate e soggette perennemente a siccità. Con opportuni metodi di datazione è stato possibile dimostrare che l'incendio spontaneo di boschi "secchi" si verifica **una volta ogni mille anni** circa.

Qui da noi il fenomeno avviene più volte nello stesso anno. È inutile pertanto far ricorso a una spiegazione scientifica. Le cause sono indubbiamente la negligenza e il dolo. Quest'ultimo si configura come indice di un certo tipo di corruzione che alberga nella nostra società. Un atto di puro vandalismo può dar luogo a vantaggi pecuniari!

ARTE

Beni culturali e ambiente

*Tra i più clamorosi c'è quello concernente ...
l'obelisco di New York. ... la quantità di detriti
raccolti in un anno ... ai piedi dell'obelisco
sarebbe stata sufficiente a costruire una casa.*

Il degrado del nostro patrimonio artistico ha ormai raggiunto uno stadio di estrema gravità. Statue, palazzi e bronzi all'aperto mostrano segni di corrosione così devastanti da offendere profondamente il nostro senso estetico.

Giova sottolineare che anche le rocce naturali sono soggette allo stesso tipo di degrado. Si tratta tuttavia di un fenomeno per noi impercettibile in



quanto si svolge sulla scala dei tempi geologici. Con l'elevata quantità di sostanze chimiche presenti nelle aree urbane si spiegano i tempi estremamente brevi impiegati dal degrado ad attaccare monumenti, statue e palazzi che adornano le nostre città.

Alcuni fattori climatici locali giocano un ruolo determinante nell'accelerare viepiù il processo di degrado.

Tuttavia l'obiettivo di tracciare un quadro di natura scientifica atto a descrivere il meccanismo d'attacco dei marmi da parte dell'ambiente è un compito estremamente arduo. La varietà dei fattori in gioco è così ampia che raramente lo studioso riesce a stabilire quantitativamente l'importanza degli uni rispetto agli altri.

Eppure la ricerca del meccanismo di degrado in atto su un'opera d'arte è necessario. Qualsiasi tipo di intervento di restauro e protezione è destinato ad avere successo soltanto se sono conosciute le cause del degrado. Talvolta l'indagine avente lo scopo di ricostruire il processo di attacco si presenta nella veste di un vero e proprio rebus.

Tra i più sconcertanti c'è quello riguardante il degrado dell'obelisco di New York. Donato nel 1880 al popolo statunitense dal Re d'Egitto fu montato in Central Park e viene comunemente chiamato "l'ago di Cleopatra".

Fin dai primi tempi della sua installazione si osservò che da una delle facce del monolite (a sezione quadrata) si distaccavano schegge di granito che cadevano a terra in gran copia. Stando alle cronache dei giornali la quantità di detriti raccolti in un anno dalla nettezza urbana ai piedi dell'obelisco sarebbe stata sufficiente a costruire una casa.

Non c'è spazio per elencare in dettaglio le tappe del progresso conoscitivo che portò gli scienziati alla soluzione dell'enigma.

Il primo fenomeno da spiegare riguardava il fatto che soltanto uno dei quattro lati dell'obelisco era soggetto al rapido processo di sfaldamento. Sugli altri tre non se ne notava traccia tanto che i geroglifici che li adornavano erano del tutto intatti mentre in quello danneggiato erano divenuti in pochi anni praticamente illeggibili.

Un'indagine approfondita sulla struttura del monolite corredata da esperimenti di laboratorio dimostrò che il processo di degrado era dovuto alla cristallizzazione di sali da soluzioni acquose. Se l'acqua di una soluzione salina evapora completamente lascia come residuo il sale in forma solida. **Il sale cristallizzato ha un volume maggiore di quello della soluzione.** Se la soluzione acquosa occupa interamente un alveo ristretto, la cristallizzazione dei Sali per evaporazione dell'acqua liquida è in grado di esercitare pressioni elevatissime sulla parete. Nel caso dell'ago di Cleopatra i sali



erano contenuti nei microscopici interstizi della struttura del granito. Come l'umidità relativa dell'aria aumentava, i pori si imbibivano di acqua formando soluzioni acquose dei sali stessi. All'abbassarsi dell'umidità relativa, l'acqua evaporava dall'interno del granito. I sali cristallizzavano esercitando, per aumento di volume, azioni di natura disruptiva sulle pareti dei pori frantumandoli. Di qui la pioggia di schegge sul terreno circostante.

La spiegazione di come mai soltanto uno dei quattro lati conteneva sali nella struttura superficiale fu fornita da un'indagine concernente la "storia" passata dell'obelisco. Assieme a un obelisco gemello fu fatto costruire dal Faraone Thutmose nel 1550 a.C. e montato alle porte della città di Eliopoli (l'attuale Cairo). Nel 43 a.C. Giulio Cesare decise di rimuovere ambedue i monoliti per installarli ai lati del porto di Alessandria.

In realtà furono adagiati sul terreno vicino alla costa dove rimasero sino alla fine del secolo scorso. Il velo cominciava a squarciarsi. L'acqua dei fiumi e del mare allagava occasionalmente la località fino a bagnare il suolo sul quale giacevano i due obelischi. Tuttavia la faccia dell'obelisco arricchitesi dei sali contenuti nelle acque non era quella adagiata sul terreno. A causa della microscopica struttura porosa del granito l'acqua dell'inondazione fu trasportata per capillarità sulla faccia opposta, dalla superficie della quale evaporò nell'aria sovrastante arricchendo di sali **la struttura superficiale del granito rivolta verso il cielo.**

Ma la storia non finisce qui. Nel 1878 il Re d'Egitto aveva donato al popolo inglese l'obelisco gemello di quello del Central Park. Anch'esso è fatto dello stesso raro granito roseo delle miniere di Syene e anch'esso pesa 200 tonnellate come l'altro. La copia perfetta dell'obelisco statunitense fu montata nel centro di Londra sulle rive del Tamigi.

L'ago di Cleopatra londinese non aveva mai dato il benché segno di sfaldamento. La sua superficie è rimasta perfettamente intatta e i geroglifici sono egualmente leggibili sulle quattro facciate. Come mai non ha subito lo stesso degrado del gemello? Eppure le variazioni di umidità relativa dell'aria di Londra non sono di molto diverse da quelle di New York. In terra egiziana i due obelischi erano rimasti adagiati sul terreno l'uno vicino all'altro per circa 2000 anni. Non c'era nemmeno da supporre che uno dei due fosse rimasto all'asciutto per tanto tempo.

Il mistero fu risolto quando in un polveroso archivio di stato inglese fu trovato un documento datato 1878 con cui il governo di S.M. Britannica ordinava a una ditta una enorme partita di cera d'api.

Il solerte funzionario inglese che nel 1878 prese in consegna l'obelisco si premurò di cospargerne di cera l'intera superficie. La cera liquida (calda) era penetrata per capillarità nella struttura porosa del granito islandola (una volta raffreddata) dall'acqua di condensazione. Era penetrata così profondamente nell'interno del manufatto da non lasciar traccia in superficie.

È superfluo aggiungere che, chiarito il mistero, anche l'ago di Cleopatra del Central Park fu soggetto allo stesso trattamento protettivo.

Tra gli elementi da acquisire per effettuare una corretta diagnosi del degrado c'è quindi anche la storia "del manufatto", vale a dire da quale miniera fu estratto il minerale, in quale località l'opera d'arte è stata via via installata nel corso del tempo passato e infine chi fu l'artista che lo lavorò.

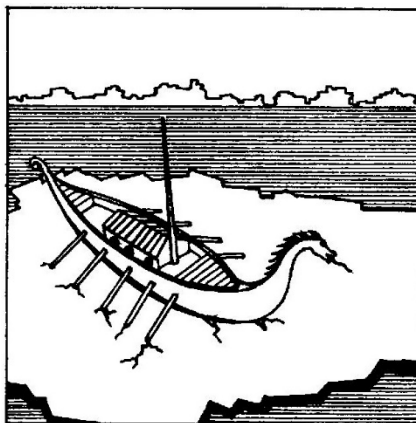
A proposito dell'importanza di quest'ultimo fattore giova ricordare che in tutti i racconti della vita di Michelangelo viene menzionata la sua puntigliosa ricerca (da alcuni definita maniacale) della miniera di marmo dalla quale estrarre il blocco da lavorare. Ebbene, le statue di marmo di Michelangelo, anche quelle esposte all'aperto per secoli, non mostrano alcun segno di degrado.

CALDO

L'era dei Vichinghi

La prosperità era garantita da un clima eccezionalmente mite. I raccolti del grano erano abbondanti e le vendemmie straordinariamente ricche.

La climatologia storica offre attrattive tutte particolari. E non solo per la vastità degli orizzonti conoscitivi che essa è in grado di aprire. L'aspetto che la rende estremamente stimolante risiede nel fatto che se è vero che tende a costruire modelli basati essenzialmente su due concetti, civilizzazione e clima, definiti in modo non del tutto soddisfacente, è anche vero che ha scoperto se stessa come l'unica via da percorrere al fine di intravedere come definirli.



Per civilizzazione s'intende "uno stato avanzato della società umana nella quale l'arte, la scienza, le applicazioni della scienza, la morale e le capacità di governo hanno raggiunto livelli elevati". Se si lascia da parte un problema, oggi di grande attualità, e cioè come questa definizione si possa conciliare con il concetto di "sviluppo culturale delle società stesse" si può notare che nella definizione suddetta non si fa cenno ai livelli raggiunti in queste "società avanzate" dal pensiero filosofico.

Il clima, a sua volta, non è descrivibile come un sistema costituito di sole variabili fisiche. Le risposte delle comunità umane alle fluttuazioni climatiche fanno in un certo qual senso parte del concetto stesso di clima.

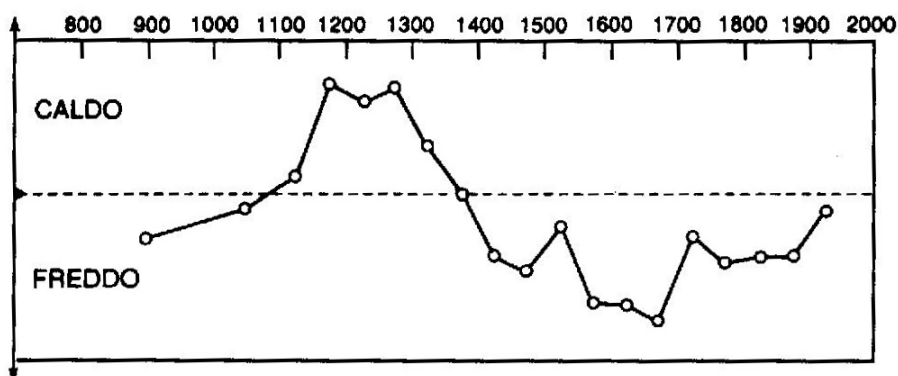
Per "grande glaciazione" s'intende un periodo climatico instauratosi sulla Terra circa 700.000 anni fa. Si presenta come un succedersi di "climi" a carattere glaciale con altri a carattere temperato, cosiddetti interglaciali. L'ultimo interglaciale, nel caso specifico postglaciale, ha avuto inizio circa

7.000 anni fa e quindi comprende la storia dell'uomo, quale l'uomo l'ha scritta, tramandata e interpretata.

Durante la fase storica propriamente detta di questo periodo postglaciale il clima ha tuttavia subito fluttuazioni in quasi tutta la superficie della Terra. Una ricostruzione abbastanza dettagliata dell'andamento del clima storico in certe località, in particolare in Europa, è stata effettuata per mezzo di una serie di indagini in cui i dati oggettivi, vale a dire quelli forniti dall'applicazione di tecnologie di misura estremamente sofisticate, sono stati completati e spesso confortati da una straordinaria varietà di informazioni derivanti dall'esame di documenti, di messaggi di vario tipo, lasciati da uomini che vissero gli avvenimenti.

Qui ci si prefigge di tracciare un quadro semplice ed estremamente conciso di un fenomeno storico innescato da una fluttuazione climatica e troncato da un'altra, verificatasi in tempi successivi, di natura opposta a quella della prima.

L'avvenimento è poco conosciuto nel nostro paese e va sotto il nome di Era dei Vichinghi. Nel seguire il racconto giova tener sott'occhio il grafico in figura che descrive in termini di caldo e freddo il clima del nostro emisfero dall'800 fino agli inizi di questo secolo.



Lo scenario che fa da sfondo alla vicenda è il Medioevo, un periodo della nostra storia caratterizzato da luci e ombre. Poiché nei libri di storia si parla di secoli bui c'è da ritenere che le seconde prevalessero rispetto alle prime. Nei nostri ricordi scolastici le fasi iniziali di questo periodo storico riflettono

il conflitto tra due principi inconciliabili: da un lato l'assolutismo imperiale e il paganesimo politico; dall'altro il cristianesimo che rispetta l'ordine costituito ma ne sovverte le basi in virtù di una verità trascendente e dell'impero sulla coscienza, ne svaluta il contenuto e l'azione trasferendo di là dalla vita il significato della vita.

Di qui le contraddizioni che ne marcarono il corso. Ad esempio, la società medioevale era prevalentemente sedentaria ma nello stesso tempo ricca di vagabondi; era conservatrice e convenzionale, soggetta come essa era a ferree leggi di comportamento, ma, nello stesso tempo, indulgente alle più stravaganti avventure dello spirito: una società sostanzialmente pagana che tuttavia rispondeva prontamente e docilmente agli insegnamenti della Chiesa.

La prosperità era garantita da un clima eccezionalmente mite. I raccolti del grano erano abbondanti e le vendemmie straordinariamente ricche. I viticoltori inglesi producevano a quei tempi un vino che nulla aveva da invidiare a quello prodotto nel Nord Italia e nella Francia dei giorni nostri. Il clima favorì indirettamente anche quell'accumulo di risorse che permise la costruzione degli innumerevoli castelli e cattedrali sorti un po' dovunque nell'Europa del Medioevo.

Nelle estreme terre emerse del circolo polare artico viveva un insieme di popolazioni di origine diversa che gli storici chiamano Normanni (Uomini del Nord). Il termine vichingo usato comunemente non si riferisce tanto a un popolo quanto piuttosto a un modo di vivere (vichingo equivale a guerriero). Tuttavia, come vedremo, l'Era dei Vichinghi non corrisponde nella realtà storica all'Era dei Normanni.

Germani di stirpe, questi ultimi, o meglio i Vichinghi, avevano una concezione della vita improntata al fiero sentimento dell'indipendenza individuale. Di vivace intelligenza e di corpo robusto erano dotati di un indomito coraggio e di un rude spirito di intraprendenza.

Furono la povertà delle terre da essi abitate, l'eccesso della popolazione, i precari proventi ricavati dalla pastorizia e dalla meschina agricoltura a spingere i Vichinghi sul mare che il clima mite aveva reso navigabile. Fu il primo popolo, a partire dall'800, a darsi al commercio marittimo

(esportazione di cuoio, pellicce, pesci essiccati e altre merci di origine lappone) e principalmente alle razzie.

L'estensione dei territori da essi "visitati" registra nel corso del tempo un crescendo impressionante. Dai ristretti traffici nei mari vicini, si spinsero verso il Baltico e il Mare del Nord. Raggiunsero in breve tempo, attraverso la Manica, le acque dell'Oceano Atlantico che bagnano le coste europee. Sottoposero a violenti e frequenti saccheggi le fiorenti città marittime della costa settentrionale francese VIVENTE ANCORA CARLO MAGNO. Vane le misure che il grande imperatore escogitò, ancor più vane quelle dei suoi imbelli successori.

Nell'arco di poche decine di anni non ci fu località prosperosa d'Europa che essi non assalirono. Attraverso lo stretto di Gibilterra entrarono nel Mediterraneo e saccheggiarono oltre le coste della Spagna e del Marocco anche quelle Tirreniche della nostra penisola.

Uomini estremamente coraggiosi, non meno che arditi marinai, i Vichinghi penetravano, risalendo il corso dei fiumi, nell'interno dei paesi. Armati di spada, di lancia e di un'ascia a doppio taglio combattevano a piedi o a cavallo. Saccheggiavano, uccidevano, depredavano, per tornare, lasciando in preda al terrore le popolazioni più frequentemente colpite, a svernare nei loro territori per preparare nuove spedizioni e razzie.

In tutti i paesi europei l'Era dei Vichinghi creò un tale diffuso spavento che alle varie litanie in uso se ne aggiunse una che suonava "liberaci dai Normanni e così sia", o qualcosa del genere.

Nella qualità di certi materiali, quelli concernenti la guerra e la navigazione, i Vichinghi furono all'avanguardia nel mondo. C'è una connessione storicamente accertata tra le navi che le tribù baltiche possedevano ai tempi di Tacito e le imbarcazioni Vichinghe. Questo fatto mostra che presso di loro le conquiste della superba ingegneria navale romana furono custodite meglio che in altre località europee. Lo stesso Carlo Magno non possedeva navi che fossero all'altezza di quelle dei Vichinghi. Un aspetto peculiare dell'armamento di questi vascelli consisteva nel fatto che non c'era differenza tra guerrieri e rematori. Dai reperti risulta che le imbarcazioni vichinghe erano dotate di dieci remi per parte. Poiché in molti periodi dell'anno la navigazione giorno-notte comportava parecchi

turni di rematori (venti contrari), una nave vichinga trasportava 60 uomini, 40 dei quali pronti a combattere in ogni evenienza.

Si avvicina l'anno 1400 e in tempi brevi le scorrerie vichinghe si fanno via via più rare per poi estinguersi del tutto.

L'Era dei Vichinghi volge inesorabilmente verso l'epilogo. Sull'emisfero comincia a calare un freddo così intenso che il periodo che va dal 1300 al 1850 passerà alla storia come la "piccola era glaciale". Possenti coltri di ghiaccio ricoprono i territori dei Vichinghi. Gli enormi iceberg galleggianti sulle acque polari via via più numerosi si saldano tra loro racchiudendo la terra degli uomini del Nord in una morsa impenetrabile di ghiaccio.

L'Era dei Vichinghi, l'avventurosa storia dei predatori del Nord era durata circa cinque secoli. Dal 1400 in poi le popolazioni delle coste europee non videro più spuntare all'orizzonte le alte prore decorate di teste di drago delle navi vichinghe, fonti di terrore e morti.

Tuttavia l'Era dei Vichinghi aveva creato insediamenti in quasi tutti i paesi d'Europa. Alle imprese piratesche del Medioevo tenevano dietro la colonizzazione delle terre occupate e la fusione con i vinti. Questi, più evoluti e civili, assimilavano i Normanni dando loro lingua, religione, costumi. Nessun popolo più dei Vichinghi presentò maggiore adattabilità alle forme di una civiltà superiore, tanto è vero che essi si confusero gradatamente dovunque con la gente che pure avevano soggiogato.

Con le armi, la costanza e la tenacia avevano occupato in Francia la Borgogna e l'Aquitania. Nacque così quel ducato che fu chiamato per l'appunto Normandia. Grande fu l'importanza storica di questo avvenimento in quanto il territorio da essi governato divenne il crogiolo entro cui gli "Uomini del Nord" si fecero francesi nei pensieri, nel linguaggio, nei costumi, nei sistemi giuridico-sociali. Divennero i più arditi paladini della Fede nelle ultime imprese contro pagani e musulmani.

Ma tutto ciò più che cancellare, raffinò gli originari impulsi della stirpe. Il "normanno" non sostituì del tutto l'antico "Uomo del Nord". La conquista della Gran Bretagna e dell'Italia Meridionale ha lasciato nelle popolazioni, al tempo soggiogate, un'orma profonda.

CLIMA

Vulcani e clima

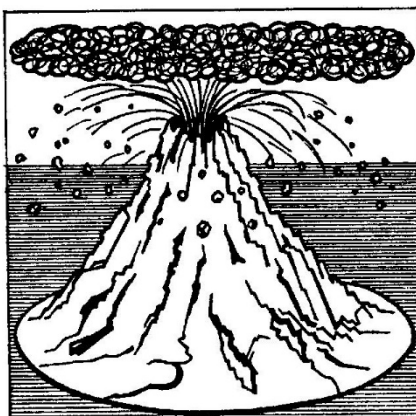
Il vulcano Tambora ... saltò praticamente in aria ... A Giava, distante circa 300 km, si fece buio a mezzogiorno e le case, le strade ... vennero ricoperti da uno spesso strato di cenere.

Sull'andamento medio annuale del clima gioca un ruolo di primo piano la quantità di energia raggiante solare assorbita dalla superficie terrestre (e trasformata quindi in calore), una grandezza che rimane pressoché costante in media nel tempo.

Tuttavia essa può subire cambiamenti a causa di eventi naturali che si verificano sporadicamente. Tra questi ci sono le esplosioni dei vulcani.

Fenomeni del genere immettono nell'atmosfera enormi quantità di materiale di cui in gran parte in forma di particelle che si distribuiscono a ventaglio interessando gradatamente quasi tutto il pianeta. Si forma nell'atmosfera una specie di cortina fumogena che ha la proprietà di riflettere la radiazione solare incidente. Più quantità di radiazione solare in arrivo sulla terra viene rinviata indietro verso lo spazio quindi meno diventa la frazione assorbita dalla superficie terrestre. Si ha come conseguenza una tendenza del clima verso il freddo. Per qualche anno dopo il verificarsi dell'esplosione si registrano qua e là sulla terra ondate di freddo che noi attribuiamo genericamente ai capricci del clima.

Nel corso di questo secolo si sono verificate tre esplosioni di vulcani e precisamente nel '63, nell'81 e nell'82: nel 1985 si è registrato un improvviso consistente accumulo di polvere nell'atmosfera che alcuni scienziati attribuiscono all'esplosione di un vulcano "sconosciuto" in quanto



è probabile che il fenomeno sia sfuggito ai satelliti artificiali dotati di strumentazioni atte a registrare questi avvenimenti.

Annate particolarmente fredde verificatesi nel corso nel tempo comunemente definito "a memoria d'uomo" sono passate praticamente inosservate. Soltanto nel ricordo di alcuni agricoltori, le occasionali drastiche diminuzioni del raccolto dovute a gelate fuori stagione sono rimaste impresse come avvenimenti climatici eccezionali.

Se tuttavia si esplora il passato in un'ottica storica più ampia (che prescinde quindi dall'esperienza dei più vecchi tra noi) si incontrano fluttuazioni climatiche, dovute a fenomeni del genere, di tale intensità da risultare inimmaginabili per la nostra mente. La più vicina a noi risale al 1815, anno in cui si verificò la più veemente esplosione vulcanica degli ultimi 400 anni. Il vulcano Tambora, situato nell'odierna Indonesia, saltò praticamente in aria. Al seguito del succedersi delle esplosioni, 1300 metri di vetta furono scaraventati nell'ambiente. Circa 100 miliardi di metri cubi di polvere vennero immessi nell'atmosfera.

È difficile farsi un'idea della virulenza del fenomeno. A Giava, distante circa 300 km, si fece buio a mezzogiorno e le case, le strade e i campi vennero ricoperti da uno spesso strato di cenere. Nella prolungata oscurità si sentiva, a intervalli, il suono delle esplosioni del tutto equivalente al rombo delle artiglierie. La somiglianza con il tuonare dei cannoni colpì a tal punto il comando militare locale da indurlo ad inviare truppe di soccorso alle navi, nella convinzione che fossero state assalite dai pirati.

Gli effetti più vistosi del fenomeno durarono a lungo. Ancora quattro anni dopo l'esplosione non era raro per i naviganti di imbattersi nelle ceneri del Tambora nella forma di enormi isole di pomice alla deriva sugli oceani. Le particelle immesse nell'atmosfera vi restarono in elevate concentrazioni per parecchi anni.

I danni all'agricoltura furono enormi. Nel 1816, su alcune località della Terra dal clima di tipo mediterraneo si abbatterono ondate di freddo così intenso da non trovar riscontro nella memoria delle comunità umane che ne furono colpite. Brinate e gelate fecero la loro comparsa in giugno, luglio e persino in agosto! In molte zone le granaglie e gli ortaggi furono distrutti.

A leggere i giornali del tempo ci si imbatte frequentemente nel racconto di episodi “catastrofici”: raccolti agricoli del tutto andati a male, comunità umane colpite da miseria e fame.

Nelle cronache della climatologia storica il 1816 è ricordato come “l’anno senza estate”.

Ma l’entità dei danni subiti dall’uomo fu di gran lunga maggiore. Studi recentissimi hanno permesso ai climatologi di formulare l’ipotesi che i cambiamenti climatici causati dall’esplosione del Tambora sono responsabili della prima pandemia di colera nel mondo.

Prima della grande esplosione il colera era circoscritto alla regione di pellegrinaggio sul Gange. La carestia dovuta alle anomalie climatiche che seguirono l’esplosione del Tambora produsse un indebolimento della popolazione sufficiente a far sì che la malattia si propagasse nel Bengala particolarmente a causa delle operazioni militari Britanniche.

Raggiunte le sponde del Mar Caspio, il morbo si estese gradatamente verso occidente lungo due direttrici: una verso il Volga e l’altra verso il Medio Oriente. A quei tempi non esistevano ancora ferrovie e aerei: la diffusione del colera era lenta un po’ come avviene per le malattie delle piante al giorno d’oggi.

Venne il tempo in cui l’epidemia raggiunse l’Europa. I servizi giornalistici dell’epoca narrano a vivaci colori il tremendo impatto della malattia a Mosca, Pest, Sebastopoli e Parigi.

Nel 1832 giunse dal Canada la notizia che il flagello aveva varcato l’Oceano Atlantico. Nel luglio di quell’anno le vittime del colera a New York raggiunsero la bella cifra di 100 morti al giorno. L’intera comunità umana ne fu falciata.

La divulgazione di notizie concernenti avvenimenti climatici nella veste di fattori storici dovrebbe aiutare a colmare il divario oggi esistente nella nostra società tra la cultura umanistica e quella scientifica.

FOEHN

*Il vento che spazza via le
nuvole*

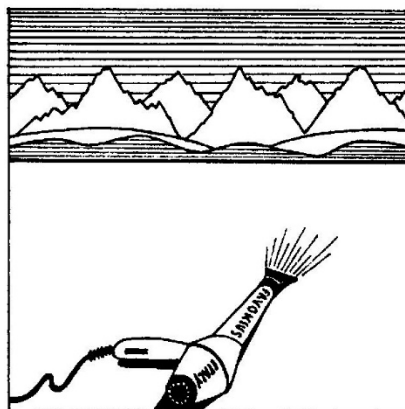
*Il Foehn crea una vasta gamma di malesseri
nella maggior parte delle persone. Sembra
provato che esso agisca sulla cos detta
resistenza capillare ...*

Fin da Natale gli appassionati di sci affollano le località montane. Talvolta, specialmente al nord, si giunge a fine d'anno con poca neve. Tuttavia per gli sciatori provetti non ci sono problemi. Potranno andare in alto quanto basta per trovare piste agibili. Nel peggiore dei casi le piste saranno ricoperte di "neve artificiale".

Per i bambini piccoli e i neofiti, invece, la vacanza si presenta più incerta. Le scuole per principianti si tengono, in generale, su pendii poco accentuati e di estensione molto limitata, nelle vicinanze dei paesi a valle.

Succede talvolta di giungere sul posto e apprendere dall'albergatore che «fino a qualche giorno fa c'erano 40 centimetri di neve ma poi è arrivata una sciroccata che ha spazzato via tutto». Nella stragrande maggioranza dei casi il termine "sciroccata" è del tutto improprio.

Lo scirocco proviene dall'Africa, dove nasce come Simun, il vento impetuoso che genera le terribili tempeste di sabbia. Si può affermare che lo scirocco ne è un "prolungamento" attenuato. Nell'attraversare il Mediterraneo l'intensità del vento diminuisce e l'aria proveniente dal Continente Nero si arricchisce di vapor acqueo. Sul nostro Paese spira per qualche giorno un vento caldo e umido. Il termine più comune per chi vive queste condizioni ambientali è "afa". Nelle località montane il vento che d'inverno spazza via la neve è caldo ma secco. Ciò è dovuto a un fenomeno



di origine locale. Va sotto il nome di FOEHN, un vocabolo di lingua tedesca proveniente dal latino "favonius". Detto per inciso, è davvero strano che gli svizzeri di lingua italiana lo chiamino correttamente favonio, mentre noi italiani usiamo il termine Foehn.

In che cosa consiste? Aria fredda e umida, in moto su una vasta pianura, incontra una catena montuosa e s'innalza raffreddandosi ulteriormente. Raggiunta una certa quota si formano le nubi. Andando ancor più verso l'alto, abbondanti precipitazioni (acqua e/o neve) cadono al suolo. Tutto ciò avviene nel versante "in salita".

Una volta raggiunto il "passo", vale a dire la quota di scavalco della catena montuosa, l'aria si è notevolmente impoverita di vapor d'acqua. Nel ridiscendere a valle lungo il versante opposto si riscalda per compressione (la pressione dell'aria diminuisce dal suolo verso l'alto) e sulle località ai piedi delle montagne spira un vento caldo e secco, il Foehn per l'appunto.

Spesso è improprio affermare che questo vento "ha spazzato via tutta la neve". Succede che la superficie del manto nevoso evapora nell'aria calda e secca del Foehn. I fiocchi di neve sono bianchissimi appena caduti. Particelle solide in sospensione nell'aria vengono incorporate dai cristalli di neve che crescono nell'interno della nube. Come conseguenza dell'evaporazione del manto, queste piccole particelle vengono alla luce. La superficie nevosa "si annerisce".

Mentre la neve appena caduta riflette quasi integralmente la radiazione solare incidente, quella della superficie parzialmente scurita assorbe una grande porzione di luce proveniente dal Sole trasformandola in calore. Più ne assorbe e più neve si scioglie. Il fenomeno procede in crescendo, perché più neve evapora e più "nera" diventa la superficie del manto. In pochi giorni la neve caduta sparisce e il suolo sottostante viene messo a nudo.

Il Foehn crea una vasta gamma di malesseri nella maggior parte delle persone. Sembra provato che esso agisca sulla così detta resistenza capillare, vale a dire la capacità delle pareti dei piccolissimi canali che portano sangue alla periferia del nostro corpo di reggere alle pressioni intercapillari. Secondo gli esperti, la resistenza capillare riflette le condizioni di equilibrio tra due gruppi di ormoni "in antagonismo" tra loro.

Gli effetti del Foehn sulla salute dell'uomo sono tali da aver creato per chi li soffre in modo intenso la frase "perdere la tramontana", usata comunemente per indicare il comportamento di qualcuno con le "rotelle" del cervello momentaneamente fuori posto.

Un'ultima leggenda da smentire: molti credono che il fenomeno del Foehn avvenga soltanto in Svizzera. Non è così. In Italia, anche sugli Appennini, è molto frequente.

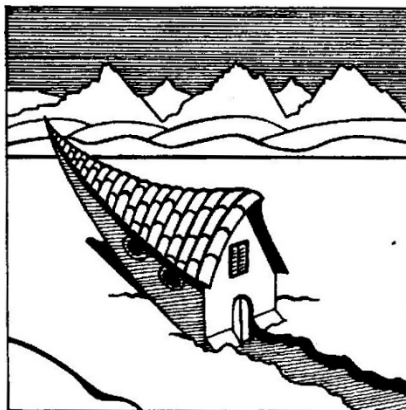
VALANGHE

Le insidie del manto nevoso

Talvolta la valanga si forma anche nella neve appena caduta ... Per chi si trova a venir travolto da una valanga vale il consiglio di portare le mani al viso ...

Il pericolo di valanghe è sempre imminente nelle località innevate. Senza alcun preavviso enormi masse di neve e terriccio si distaccano dai costoni montuosi e precipitano a valle spazzando via tutto ciò che incontrano nel loro cammino.

Interi villaggi sono stati sepolti dalla neve provocando la morte di intere comunità umane. Al giorno d'oggi nei villaggi svizzeri le case a



rischio vengono costruite nella forma di navi aventi la prua diretta verso la montagna al fine di deviare la neve che precipita a valle.

Vibrazioni causate da suoni intensi quali il rombo delle artiglierie e il tuono che accompagna il fulmine sono in grado di innescare il meccanismo di scivolo.

Dal punto di vista fisico le condizioni per il verificarsi del fenomeno non sono state del tutto individuate. È certo che le cause vanno ricercate in episodi verificatisi precedentemente alla grande nevicata dal cui deposito si dipartono le valanghe.

Il manto nevoso può talvolta subire l'azione del Foehn, il vento caldo e secco che spira talvolta nelle località montane. La neve di superficie tende a sciogliersi. Al cessare del Foehn segue in generale un brusco abbassamento della temperatura dell'aria. Lo strato superficiale di neve si modifica sensibilmente nel senso che diviene duro tanto da assumere talvolta la

veste di un velo di ghiaccio trasparente. La neve che si accumula in tempi successivi non si salda alla vecchia. Lo strato di neve caduto precedentemente fa da scivolo alla massa di neve accumulatasi in un secondo tempo. Basta un piccolo impulso per creare la valanga.

Talvolta la valanga si forma anche nella neve appena caduta sul terreno nudo. Si è scoperto che, a causa di abbassamenti di temperatura, si formano sul terreno, per sublimazione del vapor acqueo atmosferico, cristalli di ghiaccio esagonali a forma di coppa normalmente invisibili a occhio nudo. In tali circostanze la neve caduta non fa presa sul terreno. Il confine tra neve e suolo si configura come una superficie di instabilità dell'insieme. La totalità delle particelle di ghiaccio saldata al suolo si comporta come uno strato lubrificante di scorrimento quando il deposito di neve viene sollecitato a muoversi.

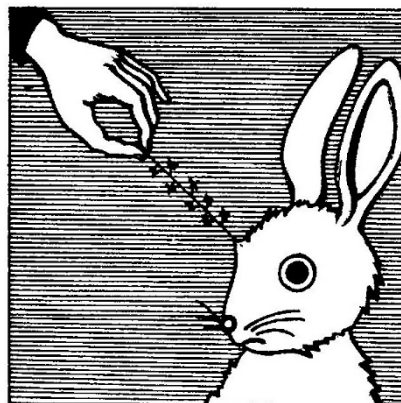
Per chi si trova a venir travolto da una valanga vale il consiglio di portare le mani al viso allontanando il più possibile i gomiti dal corpo. Si forma un piccolo volume d'aria sufficiente a mantenere in vita il malcapitato per un tempo talvolta minore di quello impiegato per lo scavo della neve da parte dei soccorritori.

ACQUA

L'enigma dei cristalli di neve

L'acqua può restare allo stato liquido anche a temperature sottozero ... In tale stato viene comunemente chiamata acqua sopraffusa o sottoraffreddata.

L'acqua può restare allo stato liquido anche a temperature sottozero. In tale stato viene comunemente chiamata acqua sopraffusa o sottoraffreddata. Mentre l'acqua dei laghi e dei fiumi si sotto raffredda di pochissimo, quella delle goccioline delle nubi raggiunge temperature di -15°C e occasionalmente -35°C . Parte delle nubi a sviluppo verticale si trova a siffatte temperature anche nei mesi estivi.



Questo fenomeno atmosferico è la causa della formazione della pioggia che ha origine come neve. Per farsene una ragione è necessario conoscere come avviene il passaggio dallo stato di vapore dell'acqua (aeriforme) a quello liquido o a quello solido (ghiaccio). Nel primo caso si dice che l'acqua condensa mentre sublima nel secondo. Nella condensazione le molecole di vapor d'acqua si aggregano per formare acqua liquida mentre nella sublimazione passano direttamente allo stato di cristalli di ghiaccio.

Ad ogni temperatura esiste un valore della concentrazione di vapor d'acqua nell'aria che stabilisce le condizioni di equilibrio tra vapore ed acqua liquida. In queste condizioni non c'è passaggio di molecole da una fase all'altra vale a dire non avviene condensazione né evaporazione. Se la concentrazione del vapore aumenta rispetto a quella di equilibrio si ha condensazione, se diminuisce si ha evaporazione. È chiaro che lo stesso fenomeno si verifica per il ghiaccio.

La sopraffusione dell'acqua fa sì che nell'interno della nube possano coesistere goccioline sottoraffreddate e cristalli di ghiaccio.

A parità di temperatura (sottozero) la concentrazione di equilibrio del vapor d'acqua rispetto all'acqua liquida è **maggiore** di quella del ghiaccio.

Immaginiamoci una parte della nube tutta costituita di goccioline sopraffuse (sia la temperatura di -15°C). L'acqua liquida soffusa è in equilibrio con il vapor d'acqua presente nell'ambiente. Supponiamo che su una particella contenuta nell'aria il vapor d'acqua sublimi improvvisamente dando inizio alla formazione di un cristallo di ghiaccio. Poiché la concentrazione di equilibrio del vapore è minore rispetto al ghiaccio, l'ambiente diviene troppo ricco di vapore per quest'ultimo e parte del vapor d'acqua in eccesso andrà a sublimare direttamente sull'embrione del cristallo il quale cresce di dimensioni. Questo avvenimento fa sì che le goccioline liquide sottoraffreddate si trovino in presenza di un ambiente depauperato di vapor d'acqua rispetto all'equilibrio. Esse evaporeranno. Di qui nuovo vapor d'acqua immesso nell'aria con conseguente ulteriore crescita del cristallo di neve.

Questo fenomeno non avviene soltanto in natura (formazione di neve che poi, cadendo dalla base della nube, si trasforma in pioggia) ma può essere osservato in laboratorio.

Se in una piccola camera che riproduce le condizioni di una nube sottoraffreddata si pone un qualsiasi ostacolo (un filo sottilissimo) l'inizio della formazione del ghiaccio avverrà su tutto il filo. Un pelo di coniglio è dotato di piccolissime protuberanze. Se esso viene messo nell'interno della camera-nube il cristallo di ghiaccio si forma soltanto sulla microscopica protuberanza. È stato così possibile far crescere in laboratorio innumerevoli cristalli di neve isolati.

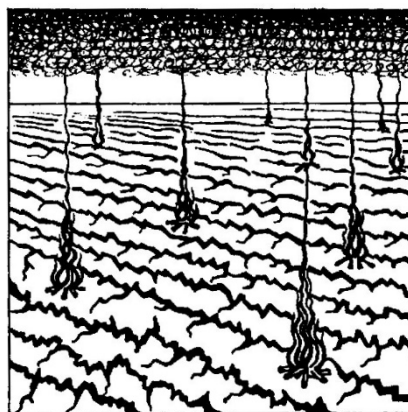
La formazione del cristallo di ghiaccio è estremamente sensibile a variazioni anche minime degli innumerevoli parametri che ne regolano la crescita. Si spiega così perché i cristalli di neve sono come le impronte digitali dell'uomo. **Sono tutti diversi tra loro**: uno degli imperscrutabili capricci della Natura.

VAL PADANA

Le gelate notturne

La sensazione di freddo che proviamo quando apriamo lo sportello del frigorifero non ci proviene dall'aria fredda che fuoriesce ... ma bensì dalla perdita di calore del nostro corpo.

Al crepuscolo di certe fredde giornate invernali, dal cielo estremamente terso, le aree a frutteto della Val Padana si illuminano di innumerevoli fuochi. Uno spettacolo estremamente suggestivo. Lo scopo che i contadini si prefiggono è di proteggere le piante dalla imminente gelata notturna. Molta gente ritiene che un siffatto modo di operare si configuri come il retaggio di antichi riti tribali propiziatori.



La sensazione di freddo che proviamo quando apriamo lo sportello del frigorifero non ci proviene dall'aria fredda che fuoriesce e ci investe ma bensì dalla perdita di calore del nostro corpo "per irraggiamento" verso l'interno del frigorifero.

Tutti i corpi esposti a superfici più fredde si raffreddano attraverso una perdita di calore chiamata per l'appunto "per irraggiamento poiché il calore viene trasmesso dal più caldo al più freddo sotto forma di radiazione. Questa radiazione, invisibile ai nostri occhi, viene chiamata infrarossa.

La volta celeste è molto più "fredda" di un frigorifero. La sua temperatura può scendere al disotto di cento sottozero. Pertanto i corpi all'aperto non si raffreddano soltanto per contatto con l'aria. Emettono radiazione infrarossa verso il cielo a cui cedono calore. La temperatura del terreno, delle foglie, dei germogli, ecc. può raggiungere valori molto più bassi rispetto all'ambiente (aria) circostante. Questo meccanismo di perdita di calore per irraggiamento è la causa dei danni della gelata notturna.

Non dipende quindi dalla temperatura dell'aria ma da quanto "freddo" è il cielo. Particelle sospese nell'aria hanno la proprietà di assorbire parte della radiazione infrarossa emessa dai corpi esposti all'aperto e "rinviarla verso i corpi stessi". Detto in altri termini, una cortina di fumo sovrastante il terreno si configura come uno schermo atto a diminuire la perdita di calore per irraggiamento. L'accensione di fuochi provoca l'emissione di fumi che, in assenza di vento (una caratteristica della giornata apportatrice di gelata), diffondono orizzontalmente stratificandosi con il risultato di opacizzare l'aria sovrastante le piantagioni.

Non è dato di sapere quanto efficace sia la cortina di fumo così creata. Ciò che la scienza può dare per certo è che essa ha indubbiamente l'effetto di diminuire l'intensità della gelata.

In conclusione l'accensione di fuochi per proteggere le piantagioni dalle gelate trova riscontro nelle leggi della fisica.

Probabilmente i contadini non conoscono il meccanismo fisico che essi stessi innescano. Da quanto se ne sa l'origine dell'accensione di fuochi per proteggere il raccolto dalle gelate notturne risale all'alba della nostra civiltà.

Ciò induce a credere che il verificarsi di fatti occasionali (ad esempio accensione di fuochi all'aperto per la cottura di cibi) abbia indotto un nostro lontano antenato, indubbiamente dotato di mente galileiana, a mettere assieme "osservazioni di vario tipo" ovvero sia "fatti" per costruire uno schema concettuale secondo il quale il fumo attenua il rigore delle gelate.

Non sapremo mai il nome di questo "pioniere della scienza".

Possiamo limitarci a dar ragione a Goethe quando afferma che la comprensione del comportamento della Natura non è patrimonio della scienza ma è accessibile a tutte le menti.

U. NOBILE

*La formazione di ghiaccio
sui velivoli*

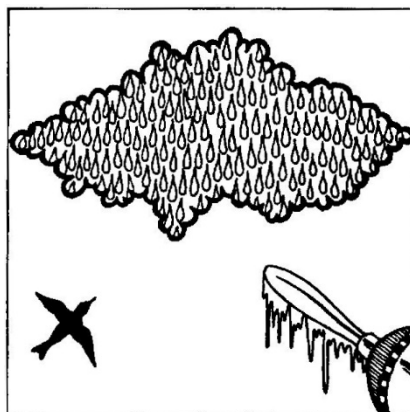
*Nobile mi confidò che ... nel suo pensiero
prevalevano da allora le vittime della
catastrofe ... Conosceva quei ragazzi così come
un padre i propri figli ...*

Dal tempo della caduta dell'aereo A.T.R. 42 dell'ATI si sono verificati altri incidenti analoghi che hanno portato all'attenzione del grande pubblico le formazioni del ghiaccio sui velivoli.

Agli inizi degli anni '60 da poco ritornato dall'Università di Chicago, all'avanguardia nella Fisica delle nubi, ricevetti una lettera del generale Umberto Nobile. Gli avevano detto che forse sarei stato in grado di aiutarlo a ricostruire la dinamica della caduta del dirigibile "Italia", appesantito dalle formazioni di ghiaccio.

Da ragazzo avevo trovato su una bancarella il suo libro "L'Italia al Polo". A distanza di tempo, ricordavo nei minimi dettagli le drammatiche vicissitudini dell'impresa e i momenti più salienti della persecuzione di cui fu vittima. L'incontro suscitò in me una profonda emozione, la stessa che proverebbe qualsiasi adulto nel trovarsi a tu per tu con il Capitano Nemo dell'Isola Misteriosa.

Se durante la notte la temperatura dell'aria scende sottozero, le pozze d'acqua nel terreno ghiacciano. La bacinella di plastica, opportunamente sagomata, riempita d'acqua e messa in frigorifero, ci fornisce i cubetti di ghiaccio. È opinione comune che l'acqua portata a temperatura sottozero si trasforma in ghiaccio. Ciò non è sempre vero. Le goccioline delle nubi e delle nebbie rimangono liquide anche a temperature sottozero. Come



incontrano un ostacolo, l'ala di un aereo per esempio, ghiacciano istantaneamente. Di qui l'accumulo di ghiaccio, le formazioni di ghiaccio per l'appunto, che modificano l'assetto aerodinamico del velivolo, con conseguenti possibilità di incidenti.

Quanto più l'acqua delle nubi è vicina allo zero, tanto minore è la quantità di ghiaccio che si forma. Nell'interno di una nube la temperatura diminuisce dal basso verso l'alto. Questo schema concettuale era chiaramente impresso nella mente di Umberto Nobile in quel fatidico giorno del lontano 1928. Di qui la sua manovra di avvicinamento al suolo, vale a dire verso temperature più prossime allo zero. Purtroppo a causa della visibilità praticamente nulla, la navicella andò a sbattere sulla banchina polare.

Nobile mi confidò che mentre l'interesse della stampa e dell'opinione pubblica mondiale si era concentrato sulle vicissitudini dei superstiti (la famosa tenda rossa), nella sua mente occupava da allora un posto di primo piano il ricordo delle vittime della catastrofe. Tra queste, sei membri dell'equipaggio scomparsi chissà in quale ghiacciaio impenetrabile nelle immediate vicinanze del Polo, assieme all'involucro del dirigibile, innalzatosi rapidamente una volta alleggerito del peso della navicella. Conosceva quei ragazzi così come un padre i propri figli. Nelle sue notti i loro volti si alternavano in una sequenza ossessiva davanti agli occhi della sua mente. "Aveva operato correttamente?". Questa era la domanda che lo tormentava da più di trent'anni.

Gli illustrai ciò che era stato acquisito dalla scienza negli ultimi tempi. Innanzitutto la quantità di goccioline della nube capaci di dar luogo alle formazioni di ghiaccio diminuisce con la quota. Inoltre a bassissime temperature (quindi a quote elevate) sono presenti nella nube anche cristallini di ghiaccio. Da una scoperta effettuata negli U.S.A. agli inizi degli anni '50 era stato possibile stabilire che a 40 gradi sotto zero tutta la nube è composta di cristallini. In siffatte condizioni non c'è alcun pericolo di formazione di ghiaccio.

A prima vista verrebbe da pensare che il dirigibile "Italia" avrebbe potuto uscire dalla "morsa" guadagnando quota piuttosto che perdendola. Tuttavia, quando fu dato l'allarme, le formazioni di ghiaccio (una poltiglia di

acqua e ghiaccio) avevano già parzialmente rallentato il moto delle eliche. Nell'andare verso l'alto, vale a dire verso il freddo, si sarebbero ulteriormente "indurite", bloccando le eliche irrimediabilmente. Il dirigibile, divenuto del tutto ingovernabile, sarebbe scomparso nel "nulla", così come era avvenuto per l'involucro. Tutti sarebbero morti.

Benché queste ultime informazioni fossero state acquisite dagli studiosi venti anni dopo la sua spedizione al Polo, la manovra da lui effettuata risulta l'unica sensata.

Dotato di un'intelligenza straordinariamente vivace, Umberto Nobile afferrò immediatamente la validità di ciò che gli avevo detto. Divenne pienamente consapevole che, nell'esecuzione della manovra, nulla avrebbe potuto fare di diverso da quanto aveva fatto, ciò anche se l'incidente fosse avvenuto ai nostri giorni.

La ricerca scientifica non è un'attività alla quale dedicare parte della giornata, quanto piuttosto un modo di vivere. Molte le delusioni, poche le soddisfazioni. Nel campo della Fisica poi è raro, per non dire unico, il caso in cui attraverso le proprie conoscenze è dato di alleviare "direttamente" le sofferenze dell'animo di un essere umano. Ecco perché questo episodio riveste una grande importanza nella mia esistenza di studioso.

FARI

Guidare nella nebbia

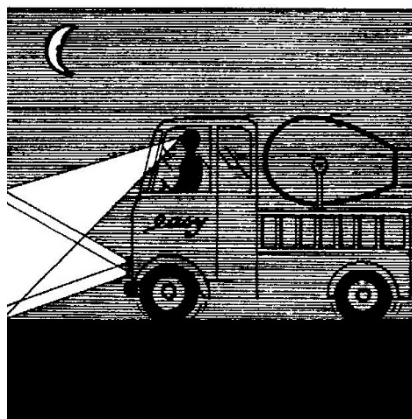
L'occhio del guidatore dell'autocarro si trova molto più in alto dei fari rispetto all'automobilista ... questo diverso assetto è tale da aumentare in modo notevole la visibilità del primo rispetto al secondo.

L'avvento della stagione fredda è accompagnata da formazione di nebbia. Presumibilmente la Val Padana è l'area europea dove il fenomeno si verifica con frequenza e intensità maggiori.

Il raffreddamento dello strato atmosferico vicino al suolo fa sì che l'umidità relativa superi il 100 per cento. Di conseguenza, una parte del vapor d'acqua (aeriforme e quindi invisibile) contenuto nell'aria condensa in minute goccioline di acqua liquida, la nebbia per l'appunto. Diminuisce drasticamente la visibilità, vale a dire la massima distanza alla quale l'occhio vede e identifica gli oggetti circostanti.

Per chi si trova di notte alla guida di un'automobile su strade extra urbane il pericolo di incidenti è sempre incombente. Mentre si procede a una velocità che sembra offrire un certo margine di sicurezza, ci si trova spesso sorpassati da un automezzo pesante. La manovra viene effettuata con grande precisione e velocità relativamente tanto elevata che le luci rosse posteriori del grosso autocarro scompaiono in un attimo dalla vista dell'automobilista.

È opinione comune che ciò vada attribuito alla maggiore abilità del "professionista" rispetto al "dilettante". Gli autisti dei grossi mezzi di trasporto merci, si afferma, conoscono a menadito il tracciato della strada



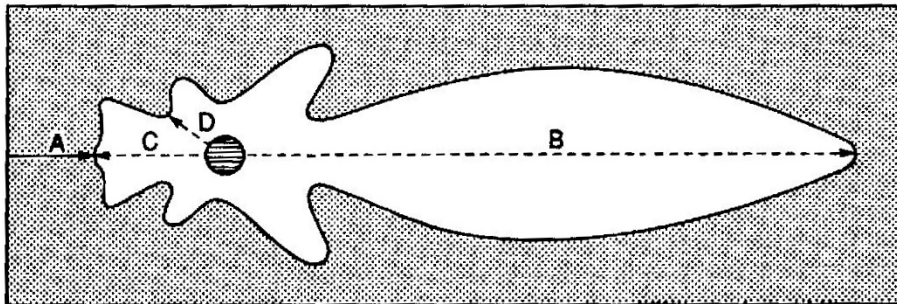
per averla percorsa centinaia di volte: possiedono inoltre una grande esperienza di guida nella nebbia.

In realtà le cose stanno diversamente.

La luce che attraversa un mezzo composto di particelle viene diffusa da ciascuna particella in tutte le direzioni. In certe condizioni casalinghe ottimali (fascio di luce su sfondo scuro) il fumo che si sprigiona dalla brace della sigaretta assume un colore bluastro. Si tratta di particelle molto piccole. Nel caso di particelle ancora più piccole, le molecole del miscuglio di gas che noi chiamiamo aria, la luce diffusa ci appare decisamente azzurra.

L'intensità della luce diffusa da aria perfettamente pura (un'aria che ovviamente non esiste in natura) è proporzionale all'inverso della lunghezza d'onda, elevata alla quarta potenza, di quella incidente. La luce proveniente dal Sole è bianca. La diffusione da parte dell'aria è circa 100 volte più intensa nell'azzurro rispetto al rosso. Di qui la spiegazione del colore del cielo sereno illuminato dal sole.

Per altro verso il fumo emesso dalla bocca del fumatore della sigaretta ci appare biancastro. Nell'apparato respiratorio acqua liquida è condensata sulle particelle di fumo aspirate: una nebbia fatta in casa. L'analogia tra quest'ultima e quella formatasi in natura riguarda soltanto la diffusione della luce. In ambedue i casi le goccioline d'acqua liquida in sospensione nell'aria sono così grandi che l'intensità della luce da esse diffusa è **indipendente** dalla lunghezza d'onda di quella incidente. Se illuminate da una sorgente di luce bianca la luce diffusa è bianca.



Il grafico in figura è, in termini fisici, il diagramma polare di diffusione della luce da parte di una gocciolina di acqua. Il suo significato è molto

semplice. Descrive, in termini quantitativi, l'intensità della luce diffusa in una certa direzione rispetto a un'altra. Il segmento denominato B indica l'intensità della luce diffusa "in avanti", vale a dire nella stessa direzione di provenienza di quella incidente (A); il segmento denominato C quella diffusa all'indietro, cioè in direzione opposta. Si può notare che è sufficiente spostare l'occhio dell'osservatore in una direzione di poco diversa (tratto D) per far sì che l'intensità della luce diffusa all'indietro sia minore rispetto a C.

L'occhio del guidatore dell'autocarro si trova molto più in alto dei fari rispetto all'automobilista. Bene, questo diverso assetto è tale da aumentare in modo notevole la visibilità del primo rispetto al secondo. Detto in altri termini, l'intensità della luce dei fari diffusa all'indietro dalla nebbia costituisce un disturbo di minore entità per l'autista dell'autocarro rispetto a chi sta al volante di un'automobile.

Collocato a quota più elevata di quella dei fari, egli vede meglio gli oggetti che delimitano la strada illuminata dalla luce emessa dall'autocarro stesso. Il tratto della striscia bianca divisoria gli appare "più lungo" e maggiore è la distanza alla quale un mezzo che lo precede viene visto.

Alcuni anni fa erano in voga fari cosiddetti antinebbia, vale a dire sorgenti di luce di colore giallo. La giustificazione del loro impiego era che la visione dell'occhio umano viene maggiormente stimolata nel giallo-verde. Ciò è vero. Ma, come si è visto, l'intensità della luce diffusa dalla nebbia è indipendente dalla lunghezza d'onda. Quindi nulla cambia, passando dal bianco al giallo, nel valore della grandezza fotometrica che stimola la visione dell'occhio proveniente dalla nebbia rispetto a quella diffusa dagli oggetti circostanti.

Molti trovavano giovamento dall'uso dei fari antinebbia. Sembra che il miglioramento fosse di entità apprezzabile. Tuttavia esso non derivava dal tipo di luce ma dal fatto che i fari antinebbia venivano collocati **al di sotto di quelli normali**.

L'applicazione dei fari antinebbia aumentava l'angolo tra la direzione di visione dell'occhio e quella della luce diffusa all'indietro (il tratto C). Talvolta un intervento basato su ipotesi errate ha successo poiché modifica altre condizioni del tutto ignorate dal progettista. Sono molto pochi nel mondo coloro che studiano la diffusione della luce da parte di goccioline.

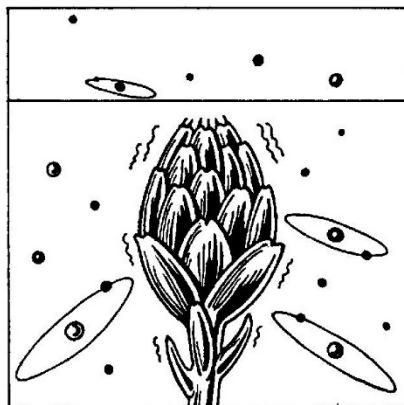
Chissà che a qualcuno non venga in mente, leggendo questo articolo, di escogitare un modo funzionale di dotare l'auto di fari "ausiliari" per viaggiare nella nebbia. Si potrebbe pensare a un traliccio porta-fari montato sul tetto dell'auto che, disposto verticalmente in presenza di nebbia, permetta di illuminare la strada secondo una angolazione corrispondente a quella tra C e D nel diagramma.

CHERNOBYL

*L'affare Chernobyl a
distanza di tempo*

*Se un profano si trovasse a seguire da vicino
l'operazione noterebbe che lo strumento ...
segna una radioattività elevatissima.*

L'affare Chernobyl ha visto la comparsa sui teleschermi di vari uomini di scienza chiamati a pronunciarsi sui pericoli ai quali eravamo esposti. Si è affermato che l'opinione pubblica è stata colpita da alcune dichiarazioni in stridente contrasto con altre, e molti si sono domandati se la fiducia nella ricerca scientifica fosse ben riposta. Ora che gli animi si sono placati, vediamo di fare chiarezza.



Esiste in Italia una rete di stazioni, tra le migliori al mondo, per la misura sistematica della radioattività dell'aria. È stata montata a partire dalla metà degli anni '50 a cura del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica. Da qualche tempo in qua le misure vengono effettuate presso l'Ifa, un Istituto del C.N.R. La rete serve a campionare il cosiddetto FALL OUT radioattivo immesso nell'aria da esplosioni di bombe atomiche.

All'atto pratico l'operazione è semplice. Un flusso elevato di aria viene fatto passare attraverso un filtro provvisto di "buchi" di dimensioni ultramicroscopiche. Dopo un certo tempo, 24 ore circa, il filtro viene rimosso dalla pompa e collocato di fronte a un misuratore di radiazione estremamente preciso.

Se un profano si trovasse a seguire da vicino l'operazione noterebbe che lo strumento, supponiamo un normale Geiger, posto di fronte al filtro appena rimosso dalla pompa, segna una radioattività elevatissima. Noterebbe anche che l'operatore non ne registra il valore: soltanto dopo la scomparsa dell'intenso picco, che avviene dopo un certo tempo, l'addetto

alla misura comincia a trascrivere accuratamente il numero dei “colpi del Geiger.

Parlare di quantità di radioattività senza specificare la vita media della sostanza radioattiva non ha senso. Ne *“Il costo della menzogna”* Mario Silvestri commenta in modo pungente ma purtroppo realistico una proposta di legge con cui 30 anni fa lo Stato italiano avrebbe regolamentato il possesso di materiale radioattivo da parte dei privati: un cittadino avrebbe violato la legge se si fosse portato in casa un blocco di marmo appena estratto da una miniera ma non sarebbe stato perseguibile se trovato in possesso di materiale fissile in quantità sufficiente a costruirsi una “piccola” bomba atomica.

Gli elementi chimici esistenti in natura sono caratterizzati da numeri che vanno da 1 (l’Idrogeno) a 92 (l’Uranio), chiamati numeri atomici poiché stanno ad indicare quanti protoni (o elettroni) contiene l’atomo dell’elemento.

Dal numero 81 in su sono radioattivi nel senso che i loro atomi perdono parte delle particelle subnucleari che li costituiscono: le emettono, le espellono. Si dice che quell’atomo decade trasformandosi. Per altro verso, bombardando atomi con deuteroni, neutroni, ecc. ad alta energia si producono atomi radioattivi. Praticamente tutti gli elementi possono essere resi radioattivi. Vengono chiamati isotopi dell’elemento stabile bombardato in quanto hanno lo stesso numero atomico ma massa maggiore.

Per vita media di un radionuclide si intende il tempo impiegato dalla metà di un certo numero di atomi di un particolare elemento radioattivo a trasformarsi. Questa vita varia da un centomillesimo di secondo (un figlio del Radio) a qualche miliardo di anni (l’Uranio).

Torniamo al profano che assiste alla misura. I concetti sopra esposti sono sufficienti a metterlo sulla buona strada. Lo scopo dell’operazione che si svolge sotto i suoi occhi è di misurare la quantità di radioattività “a lunga vita” presente nel filtro. Nel caso, questa consiste quasi esclusivamente di particelle di FALL OUT della bomba. Composta di radionuclidi a lunga vita (per esempio lo Sr 90 che ha una vita media di circa 28 anni) è la più dannosa per le cellule degli esseri viventi con le quali viene a contatto.

Pochi si domandano come la radioattività naturale (di vita media brevissima) che provoca l'intenso picco iniziale viene catturata dal filtro. Tutti sanno che viene emessa dal terreno e che si tratta di sostanze radioattive "figlie" di elementi radioattivi contenuti nella crosta. Molti rimarrebbero perplessi nell'apprendere che queste "figlie" sono allo stato gassoso. Sembra ragionevole cercare di capire attraverso quale meccanismo vengono trattenute dal filtro che non può catturare atomi e molecole ma soltanto particelle di pulviscolo.

Assieme ai radioattivi, il terreno emette gas di natura diversa che hanno la proprietà di reagire rapidamente tra loro formando particelle solide piccolissime chiamate nuclei di Aitken. Gli atomi dei gas radioattivi si attaccano ai nuclei solidi così formati e vengono pertanto catturati dal filtro. In assenza di pulviscolo nell'aria l'intenso picco di radioattività iniziale del filtro non ci sarebbe.

In definitiva i gas naturali (radioattivi e non) vengono emessi dal terreno attraverso un uguale processo. Un suolo riscaldato dal sole si sgassa più facilmente. Il filtro misurerà in tal caso una grande quantità di radioattività naturale a causa della combinazione di due fenomeni "intensi" di natura diversa verificatisi contemporaneamente.

Lo Iodio radioattivo proveniente da Chernobyl non fu emesso dal terreno. Si calcola che la concentrazione in aria di particelle solide necessaria per catturare la totalità di atomi di Iodio 131 presenti nell'aria è dell'ordine di 100 microgrammi per metro cubo, una concentrazione di nuclei di Aitken elevatissima e quindi impensabile nell'aria libera proveniente da Chernobyl.

L'epilogo del caso Chernobyl si traduce nella nostra mente in uno schema concettuale semplice e immediato. La maggior parte dello Iodio radioattivo giunto fino a noi era in forma di atomi e molecole. Questi sono passati indisturbati attraverso i buchi del filtro usato per catturarli. Non esiste a tutt'oggi un metodo per campionare atomi radioattivi di vita breve (tre giorni) presenti in aria in concentrazioni relativamente basse.

Per altro verso lo Iodio gassoso ha la proprietà di attaccarsi facilmente a qualsiasi superficie con cui viene in contatto.

Nel caso dell'isotopo Iodio 131 proveniente da Chernobyl le foglie della vegetazione hanno svolto la funzione di campionatori efficientissimi.

Sfortunatamente si è trattato di raccoglitori non previamente tarati. Altrimenti avrebbero permesso di effettuare una misura vera e propria della concentrazione di Iodio 131 nell'aria.

Sembra ragionevole l'ipotesi che parte dello Iodio 131 abbia reagito con le sostanze organiche delle cellule viventi che lo avrebbero così fissato permanentemente. Il lavaggio in superficie delle foglie si configurava come una misura cautelativa efficace nel caso di Iodio 131 depositato. Non avrebbe prodotto alcun effetto sui vegetali che lo avevano fissato.

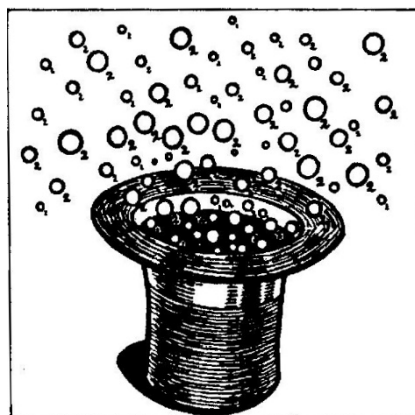
Sembra incredibile come diventino facili le cose viste da lontano.

OSSIGENO

*Consumo di energia e
ossigeno atmosferico*

Qui ci si prefigge lo scopo di rispondere alla domanda concernente il pericolo che l'umanità ... finisca per intaccare sensibilmente il "conto ossigeno atmosferico"...

L'ossigeno si è accumulato nella atmosfera terrestre a seguito della formazione della vita nel nostro pianeta. La fotosintesi preleva dall'ambiente anidride carbonica e acqua e, con l'impiego della luce, produce sostanze organiche (materia di accrescimento della pianta) e libera ossigeno nell'aria. Per altro verso, alla sua morte, il vegetale viene attaccato da microrganismi che ne distruggono la struttura. Funghi e batteri si servono dell'ossigeno per svolgere questo processo che reimmette nell'ambiente anidride carbonica e acqua. Di qui la domanda: come è possibile, attraverso una combinazione di eventi che tanto ne producono quanto ne consumano (e ciò va avanti da che vita è vita), accumulare ossigeno nell'atmosfera?



Non tutti gli organismi vissuti nel passato sono stati decomposti dopo morti. In epoche e in zone della Terra caratterizzati da climi particolarmente miti e umidi, enormi distese di vegetali, eccezionalmente rigogliosi, sprofondarono in acque paludose prive di ossigeno e batteri dove si decomposero solo in parte. Le acque del mare avanzarono in un secondo tempo sui cimiteri di piante ricoperte di fango e garantirono la definitiva sepoltura di materiale organico ricco di carbonio. Le pressioni che la crosta terrestre esercitò sui depositi contribuirono a formare le pagine "organiche" dei sedimenti terrestri, vale a dire i giacimenti di combustibile

fossile. Ogni arricchimento in carbonio dovuto ai depositi fossili ha causato un contemporaneo arricchimento di ossigeno nell'aria. Le strutture delle alghe e della vegetazione ancora riconoscibili nel carbon fossile che l'uomo estrae dalla Terra sono le tracce "tangibili" degli avvenimenti passati che entrano in questo quadro e hanno contribuito ad accrescere via via il "conto ossigeno libero" nella nostra atmosfera.

L'uomo estrae il combustibile dai giacimenti e lo brucia per produrre energia. La combustione consuma ossigeno atmosferico e immette nell'aria anidride carbonica. Il lettore è al corrente della preoccupazione avanzata da varie parti che l'anidride carbonica così prodotta possa alterare l'equilibrio termico del nostro pianeta attraverso un incremento del così detto effetto serra.

Questo articolo si prefigge lo scopo di rispondere alla domanda riguardante il pericolo che l'umanità, mantenendo o addirittura incrementando l'attuale intenso consumo di combustibile fossile, finisca per intaccare sensibilmente il "conto ossigeno atmosferico" che, d'altra parte, le è indispensabile per vivere.

È stato possibile valutare la quantità totale di carbonio organico contenuta nei sedimenti terrestri. La stima è buona in quanto essa si limita al carbonio di origine organica indipendentemente dai composti chimici che lo contengono.

Di tutt'altro genere si presenta invece il compito di valutare la quantità globale di carbonio organico contenuto nei depositi di combustibile fossile che costituisce soltanto una minima frazione dell'altro. I processi geologici a cui in ere passate furono sottoposti i vegetali non decomposti in superficie ebbero aspetti così diversi da luogo a luogo e da epoca ad epoca che la presenza di depositi di combustibile fossile in un sito della crosta piuttosto che in un altro non può essere stabilita a priori. Tra l'altro i complessi processi termochimici che hanno trasformato in combustibile gli antichi vegetali non sono stati ancora del tutto chiariti. Le sole "regole" geologiche a cui si può fare riferimento indicano che i depositi esistono soltanto in rocce sedimentarie (cioè materiale della crosta lavorato inizialmente da eventi geologici a piccola scala) e che è possibile trovarli soltanto in alcuni

tipi di rocce. In conclusione la presenza in una certa località di un deposito di combustibile fossile è accettabile soltanto con sondaggi diretti.

Per quanto riguarda il problema di prevedere il consumo di ossigeno associato al consumo di combustibile si richiede che per ogni deposito fossile siano noti non solo la quantità ma anche il tipo di combustibile che esso contiene. Carbone, petrolio e gas sono voci di prima classificazione. Nell'ambito di ogni voce c'è poi una serie di gradazioni che spesso si riferiscono a come e dove l'uomo impiegherà il combustibile ma che in definitiva permettono di calcolare quanto ossigeno sarà necessario per bruciarlo.

Anche se la stima dei depositi fossili di cui l'uomo dispone per il futuro è stata fatta nell'ambito di indagini di carattere economico, essa è tuttavia sufficientemente precisa per rispondere al quesito che ci siamo posti. Ci sono tutti gli elementi per fare il conteggio. Per non coinvolgere il lettore in calcoli dispersivi se ne possono riassumere procedura e risultati nel modo seguente:

- 1) Sappiamo quanto combustibile fossile l'umanità ha bruciato dagli inizi della civiltà industriale ad oggi.
- 2) Sappiamo come avviene la combustione di ogni tipo di combustibile. In particolare è noto come l'ossigeno atmosferico entra nella reazione di combustione e in quali composti chimici lo si ritrovi. Una parte va a finire negli ossidi non volatili che rimangono nelle ceneri e un'altra parte si combina con il carbonio e forma CO_2 , l'anidride carbonica, che diffonde nell'aria. Conosciamo quanto ossigeno consumato rimane in media nei primi rispetto a quello che entra nella CO_2 che si libera.
- 3) Siamo stati in grado di misurare quanto anidride carbonica è stata prodotta dall'attività dell'uomo dall'inizio dell'era industriale ad oggi
- 4) Su queste basi è possibile calcolare quanto ossigeno atmosferico è stato consumato dall'umanità per bruciare tutto il combustibile fossile finora estratto dalla Terra.

Si trova che esso è meno di un millesimo di tutto l'ossigeno contenuto nell'atmosfera.

Sulle stesse basi si può fare la previsione per il futuro.

- 1) Conosciamo grosso modo quanto combustibile fossile è contenuto nei depositi finora scoperti e definiti sfruttabili. Non è da pensare che nel futuro la quantità effettivamente consumata varierà di molto rispetto a quella stimata oggi.
- 2) Confrontando le composizioni chimiche dei combustibili contenuti nei depositi stimati con quelle dei combustibili già consumati, si può calcolare la quantità di anidride carbonica che verrebbe liberata nell'aria se i primi venissero bruciati tutti.
- 3) Di qui la stima dell'ossigeno che verrebbe prelevato dall'atmosfera se l'uomo bruciasse tutto il combustibile contenuto nei depositi conosciuti.

Il risultato è che, ciò facendo, l'attuale riserva di ossigeno subirebbe una diminuzione inferiore al 3%.

La risposta al quesito è quindi che la preoccupazione per l'eventuale depauperamento della "riserva ossigeno" non è giustificata né nei riguardi del futuro dell'umanità attuale né dell'umanità di là da venire.

È opportuno precisare che ciò non toglie che attraverso altri processi si possano verificare sensibili deficienze di ossigeno in laghi e mari inquinati dall'attività dell'uomo. Valutarle e prevederle è più difficile ed è in ogni modo un altro problema.

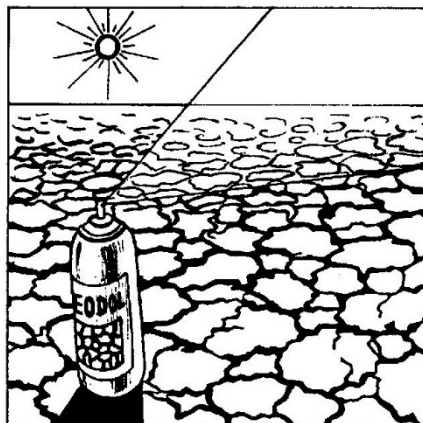
OZONO

Il buco dell'ozono

Lo strato di ozono che protegge la vita a scala planetaria è il risultato di un bilancio di processi fotochimici che tanto ne producono quanto ne distruggono.

Questo articolo si prefigge di fare il punto sul problema del depauperamento, attualmente in corso, dello strato di ozono quale si configura nell'ottica scientifica.

Nel XIV canto dell'Iliade Omero racconta che il temporale lascia nell'aria un odore strano e pungente. Verso la fine del XVII secolo osservatori "più qualificati" rivelarono lo stesso fenomeno nelle vicinanze di



certe macchine elettriche primordiali e furono in grado di stabilire che l'odore strano e pungente era in qualche modo provocato dalla presenza di "elettricità nell'aria". Un secolo dopo una serie di esperimenti scientifici mostrò che in realtà l'odore era dovuto alla presenza nell'aria di un gas "nuovo", non contenuto cioè nell'atmosfera in condizioni normali. Si scoprì che la nuova sostanza aeriforme era composta di molecole che avevano ciascuna 3 atomi di ossigeno e che quindi la chimica indica con O_3 .

Ancora un composto di soli atomi di ossigeno ma diverso dalla molecola di ossigeno O_2 , costituita da due soli atomi di ossigeno, normalmente contenuta nell'aria. Il nuovo gas fu chiamato ozono, dal verbo greco "ozein" (mandare odore), per ricordare forse il modo in cui fu scoperto. Solamente quarant'anni fa si è riusciti a isolarlo ed è quindi da poco tempo che si sa tutto, o quasi tutto, sull'ozono.

Siamo in grado di dire non solo che le osservazioni di Omero avevano un senso fisico ma anche in che modo l'elettricità forma il nuovo gas nell'aria. Il campo elettrico produce scariche nell'atmosfera in quanto alcune molecole d'aria possiedono una carica elettrica. La radiazione cosmica, formata da particelle subatomiche ad altissima energia, che investe la Terra dallo spazio e la radiazione emessa dalle sostanze radioattive contenute nella crosta terrestre bombardano l'atmosfera strappando elettroni dagli atomi che formano le molecole del gas "aria", normalmente neutre dal punto di vista elettrico.

Alcune molecole vengono così ionizzate, acquistano cioè una carica elettrica. Di molecole siffatte ce ne sono sempre nell'aria perché la radiazione ionizzante è permanentemente attiva. Le nubi temporalesche generano nell'atmosfera forti campi elettrici che agiscono sulle molecole cariche accelerandone il moto. Le molecole possono così acquistare grande velocità. Nell'urto con altre molecole, si rompono e le rompono producendo tra l'altro nuove cariche elettriche. Le scariche che si formano nell'aria sono innescate da questo meccanismo. Molecole che urtano l'una contro l'altra si scindono in atomi. La molecola di O_2 si dissocia nei due atomi di ossigeno che la costituiscono, liberandoli nell'aria. L'ossigeno dell'aria in cui avviene la scarica è quindi presente in forma sia di molecole di O_2 (quelle che non hanno subito scissioni), sia di atomi O. Taluni atomi O entrano in contatto con molecole O_2 e si uniscono con esse formando molecole con 3 atomi di ossigeno: l'ozono, il gas nuovo dall'odore strano e pungente. I legami che tengono insieme i tre O nell'ozono sono però molto deboli. L' O_3 è quindi un gas che vive poco, è instabile.

Quando gli astronomi degli inizi del secolo scorso [*N.d.R. fine dell'Ottocento*], già impegnati nello studio dello spettro della luce emessa dal Sole, si domandavano come mai la radiazione ultravioletta solare non raggiungeva il suolo, erano ben lungi dal pensare che il fenomeno che essi cercavano di spiegare avesse qualcosa in comune con le osservazioni di Omero.

Il Sole emette radiazione che comprende anche raggi ultravioletti. L'uomo produce con lampade ai vapori di mercurio questi raggi che trovano varie applicazioni in campo medico e anche negli istituti di bellezza in

quanto provocano l'abbronzatura artificiale della pelle. Si tratta di una radiazione non visibile dall'occhio umano essendo di lunghezza d'onda minore di quella del colore violetto che è la più piccola lunghezza d'onda che stimola la visione dell'occhio. Ne è quindi al di là, ultra. Essa viene detta anche radiazione penetrante perché supera in qualche modo certe difese esterne delle cellule viventi. La stessa abbronzatura della pelle umana lo dimostra. L'uso corrente in medicina dell'ultravioletto come germicida è il risultato di esperimenti comprovanti che si tratta di una radiazione che ha effetti letali sulle forme elementari di vita.

Virus e batteri vengono uccisi dalla luce ultravioletta. Gli animali superiori non ne subiscono danni così drammatici anche se l'ultravioletto li acceca e provoca in essi il cancro della pelle. Quanto più la radiazione è ultra tanto più intimamente essa è assorbita in profondità. Quanto più intimamente è assorbita in profondità tanto più è dannosa.

La radiazione ultravioletta emessa dal Sole, proprio quella che è ultra la lunghezza d'onda letale per certe forme di vita, viene assorbita in blocco da qualcosa che si trova tra il Sole e la superficie della Terra. I gas che compongono la bassa atmosfera non sono assolutamente in grado di assorbirla. Si è scoperto che l'assorbitore della radiazione letale proveniente dal Sole risiede nell'atmosfera, ma molto al di sopra della nostra testa, a circa 20 ÷ 50 km di altezza nella stratosfera. È formato dall'ozono che è un componente permanente dell'aria a quelle quote.

Ma come si forma l'ozono nell'atmosfera superiore?

Si ritorna a un meccanismo simile a quello descritto per spiegare le osservazioni di Omero. Con la differenza che nell'alta atmosfera l'energia che scinde la molecola di O_2 in due atomi di O è fornita dalla stessa radiazione ultravioletta proveniente dal Sole. L'ossigeno molecolare si unisce all'atomico e si forma ozono nell'aria.

Lo strato di ozono che protegge la vita a scala planetaria è il risultato di un bilancio di processi fotochimici che tanto ne producono quanto ne distruggono.

A partire dalla metà degli anni '70 si è osservato che nell'Antartide lo strato di ozono era soggetto anno dopo anno a una sensibile progressiva diminuzione nel mese di ottobre e "soltanto nel mese di ottobre" (la

primavera locale). Il buco dell'ozono, così è correttamente chiamato, si è via via approfondito tanto che la diminuzione dello spessore misurata nell'86 è stata di più del 90%.

Le svariate teorie avanzate in proposito hanno trovato un denominatore comune nel congresso sull'ozono svoltosi a Cottinga nel 1988. È opinione della stragrande maggioranza degli scienziati attivi nel settore che è in corso un processo di distruzione dello strato di ozono causato dai clorofluoroetani (aerosol, refrigeratori, schiume plastiche, ecc.). Queste sostanze, inerti chimicamente a bassa quota, vengono trasportate nella stratosfera dove la radiazione ultravioletta le scinde. Vengono così liberate nell'aria locale molecole che reagiscono con l'ozono distruggendolo.

È stato possibile stimare che dal 1955 ad oggi lo strato globale di ozono che ricopre la Terra si è ridotto del 5%. A questo corrisponde un aumento del 2% di casi di cancro della pelle.

Va fatto presente che l'imponente strato di ozono (spesso circa 30 km nella stratosfera) si ridurrebbe a uno straterello di spessore di "appena 3 millimetri" se fosse portato a pressione ambiente. Ciò dovrebbe dare un'idea dell'importanza che riveste per la vita sulla Terra anche un minimo depauperamento di questo strato.

In conclusione si può affermare che al di là di ogni ragionevole dubbio la immissione di clorofluoroetani nell'aria ha causato e causa nell'ozono stratosferico una malattia per certi aspetti simile alla peste. Il "buco" dell'ozono è paragonabile al bubbone. Tuttavia dovrebbe essere chiaro a tutti che è preoccupante solo perché è la manifestazione "visibile" di un male sottile, la peste, che ha colpito l'intero organismo. Ed è di quest'ultimo che l'opinione pubblica dovrebbe occuparsi. Il "buco dell'ozono" riveste una importanza notevole soltanto per gli studiosi in quanto nella stratosfera dell'Antartide i processi di distruzione dell'ozono avvengono in maniera più vistosa a causa di certe condizioni che si verificano soltanto in quella località. Non dobbiamo abbassare la guardia nell'apprendere che i sondaggi effettuati lo scorso anno hanno mostrato un parziale ricolmamento del "buco dell'ozono". Rientra nella fenomenologia naturale come fluttuazione statistica. È del tutto irrilevante ai fini del pericolo che incombe sul futuro dei nostri figli e nipoti.

Detto in altri termini la nostra attenzione non deve concentrarsi sul “buco dell’ozono”. La società è chiamata a premere **per salvare l’intero pianeta** dal male sottile causatogli dai clorofluoroetani. E ciò è possibile soltanto diminuendo le emissioni di questi ultimi fino ad eliminarle. E bisogna fare presto poiché non è dato di prevedere qual è l’entità dei danni che deriveranno allo strato di ozono dai clorofluoroetani accumulatesi a tutt’oggi nell’atmosfera.

Fatti e non parole. Notizie sul “buco dell’ozono” servono soltanto ad alimentare discussioni inutili. Sembra tuttavia che non se ne possa fare a meno.

Proprio a proposito delle cause della peste di Milano, Manzoni afferma: «Si potrebbe però tanto nelle cose piccole come nelle grandi evitare, in gran parte, quel corso così lungo e storto, prendendo il metodo proposto da tanto tempo d’osservare, ascoltare, paragonare, pensare prima di parlare. Ma parlare, questa cosa così sola, è talmente più facile di tutte le altre messe insieme che anche noi, dico noi uomini in generale, siamo un po’ da compatire».

FULMINI

L'elettricità atmosferica

*Il suo bagliore si estende anche alle diramazioni
... Impiega soltanto 40 microsecondi a
percorrere due chilometri di atmosfera.*

La fine del periodo primaverile è caratterizzata da manifestazioni temporalesche accompagnate da fulmini.

Le luce abbagliante che accompagna la scarica elettrica ha un andamento che il nostro occhio non è in grado di percepire.

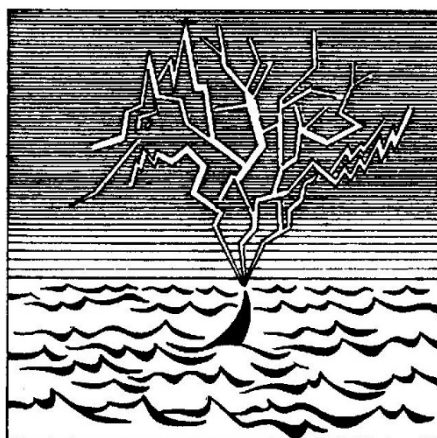
Nel 1926 fu inventata una macchina fotografica munita di due lenti simmetriche ruotanti

velocemente in direzione opposta l'una rispetto all'altra. Dalla registrazione di innumerevoli fulmini è stato possibile ricostruire nei minimi dettagli la struttura della scarica, che è estremamente complessa.

Per farcene un'idea immaginiamo di vedere il fulmine con un occhio dotato dello stesso straordinario potere risolutivo temporale di quella macchina.

Siamo così in grado di osservare l'apparizione di una debole luminosità che, dalla base della nube si spinge verso il basso lungo un tratto di 100 metri circa per poi svanire. Dopo circa 60 microsecondi di buio, la tenue luce riappare, ripercorre i primi 100 metri e avanza di altri 100. Nuova pausa di buio. La luminosità ricompare, rillumina i primi 200 metri per progredire poi verso il suolo di un altro tratto di lunghezza uguale ai precedenti.

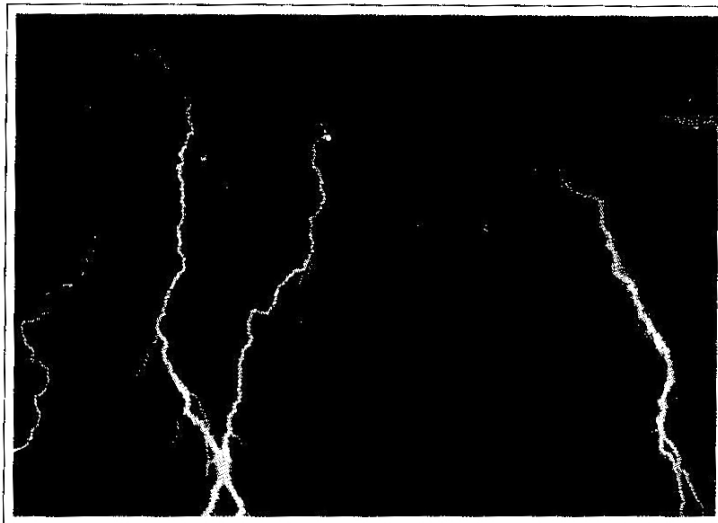
Questa scarica intermittente prepara, passo a passo, un tortuoso canale ionizzato (conduttore) ricco di diramazioni. Quando la debole luminosità



giunge a 50-100 metri da terra, da questa si diparte un lampo abbagliante che viaggia in senso inverso lungo il canale ionizzato. Il suo bagliore si estende anche alle diramazioni. È velocissimo. Impiega soltanto 40 microsecondi a percorrere due chilometri di atmosfera.

Ma il processo non è ancora terminato. Dopo una pausa di buio totale, il nostro ipotetico occhio osserva l'apparizione di una nuova debole luminosità alla base della nube. La vede ripercorrere, questa volta con continuità, il medesimo tratto formato dalla scarica intermittente. Questa guida veloce si avvicina a terra, da dove scocca verso l'alto un secondo lampo il cui splendore è grande ma inferiore a quello del primo. E così via per 5-10 lampi nello stesso fulmine!

Il bagliore del fulmine (noi lo vediamo come un solo lampo) appare al nostro occhio "normale" come se viaggiasse dalla nube verso terra. Si tratta di un effetto ottico. La porzione di cielo in alto è più trasparente e quindi il lampo vicino alla nube è di gran lunga più splendente. Noi percepiamo lo scorrere delle immagini che si susseguono entro un tempo inferiore a un venticinquesimo di secondo (il potere risolutivo temporale dell'occhio) a partire dalla più abbagliante. Ed è per questo motivo che lo vediamo scoccare dalla nube verso terra, vale a dire in direzione opposta a quella reale.



Se l'occhio umano funzionasse come la macchina prima descritta la leggenda di Giove che scaglia i suoi dardi luminosi per punire o ammonire avrebbe probabilmente assunto una veste diversa.

Innumerevoli sono le credenze popolari sui fenomeni elettrici atmosferici. Tra le tante c'è quella concernente l'efficacia del suono delle campane per limitare i danni provocati dalla caduta dei fulmini. Per parecchi secoli, all'avvicinarsi dei temporali, vigeva in Europa la pratica di inginocchiarsi per pregare e nello stesso tempo di mandare di corsa i campanari a scuotere violentemente i batacchi dei bronzi delle chiese. La povera gente credeva che il pio comportamento dell'orazione corale fosse in grado di disperdere i cattivi spiriti che alimentavano le scariche mentre le persone cosiddette colte ritenevano che il suono delle campane creasse onde di pressione nell'aria d'intensità tale da interrompere la continuità del percorso del fulmine.

Questo è il motivo per cui in molti cimeli di campane medioevali si trova incisa la frase "Fulgura Frango" (rompo i fulmini). Tuttavia, nel corso del tempo, questa operazione di salvaguardia fu soggetta a dura critica. Nel 1786 il parlamento di Parigi giudicò necessario rinnovare un editto, promulgato per la prima volta da Carlo Magno, che metteva al bando siffatta pratica in considerazione del pericolo mortale al quale erano esposti i campanari.

In un libro dal titolo "Prove che il suonar le campane durante i temporali può essere più dannoso che utile", pubblicato due anni prima a Monaco, venivano presentati i risultati di un'indagine capillare, oggi la definiremmo di natura statistica, atta a dimostrare che almeno otto su dieci campanari erano rimasti fulminati mentre scuotevano i batacchi dei bronzi.

Un'altra leggenda da sfatare riguarda il motto "Il fulmine non colpisce mai due volte". L'esempio più probante dell'erroneità di questa affermazione è il campanile della Basilica di San Marco a Venezia. Fu gravemente danneggiato dai fulmini nel 1388 quando era ancora fatto di legno. Nel 1417 prese addirittura fuoco. L'incendio divampò in modo così violento da ridurlo a un mucchio di cenere. Fenomeni analoghi si verificarono negli anni successivi. Nel 1745, colpita dal fulmine la torre andò in completa rovina.

Giova menzionare tuttavia che nel 1766, a seguito delle prime scoperte scientifiche sull'elettricità temporalesca, la cima della torre fu munita di un parafulmine tipo Franklin (un lungo filo metallico sporgente collegato a terra) e da allora il campanile della Basilica di San Marco non fu più colpito dalle scariche temporalesche.

Altre manifestazioni dell'elettricità atmosferica possono assumere aspetti così suggestivi da risultare inimmaginabili per la nostra mente. Quando il campo elettrico esistente tra atmosfera e superficie terrestre non è sufficientemente intenso da generare il fulmine si crea nell'aria vicina a noi una scarica che non vediamo poiché in generale non emette luce. In particolari circostanze tuttavia (punte sporgenti da vaste superfici piane) questo tipo di scarica è accompagnato da emissione di luce. Coloro che l'hanno vista la paragonano a quella creata dalla fervida fantasia di alcuni registi di film di fantascienza.

Dai punti sopraelevati si diparte una fiamma di intensa luminosità le cui propaggini si spingono ad altezze anche di parecchi metri. Disegnano nell'aria figure che assumono via via le vesti più cangianti tanto da risvegliare nella mente dell'osservatore gli incubi di diavoli e streghe, tipici dell'età infantile. Valga come esempio il resoconto del capitano di una nave che nel 1902 si trovava nelle acque al largo di Capo Verde. «Per un'intera ora il cielo sopra la nostra testa fu un guizzare di luci dai colori mutevoli. Le fiammate, dal rossiccio al bluastro, si dipartivano dalla cima degli alberi del battello e dalle sporgenze dei pennoni. Si udiva nel frattempo un suono sordo straordinario simile a quello emesso da centinaia di migliaia di cicale o al crepitio di un enorme mare d'erba in fiamme».

Luci dello stesso stipo sono state osservate anche da escursionisti montani. Notizie, del tutto attendibili, riferiscono di lunghe fiamme luminose emesse dalla cima appuntita delle rocce e talvolta dai corpi stessi degli scalatori. Dal capo e dalle estremità si diramano fiammelle di intensa luminosità. La luce "emessa" dalla testa assume la configurazione di un vero e proprio alone, quello, per intenderci, che circonda il capo degli angeli e santi nei dipinti sacri.

Poiché queste manifestazioni luminose vengono il più delle volte osservate sulla cima degli alberi di navi di mare aperto sono citate nella

letteratura scientifica come “fuochi di Sant’Elmo”, il santo protettore dei naviganti del Mediterraneo. Spesso il fuoco di Sant’Elmo si forma sulla cima dei bastioni che delimitano il grande porto di Malta. I marinai inglesi lo chiamano “corposant”.

L’apparizione dei fuochi di Sant’Elmo viene accolta dai naviganti come un messaggio di buon auspicio. La burrasca sta allontanandosi e presto la navigazione potrà essere ripresa senza pericolo.

Shakespeare menziona questo fatto nella sua opera “La tempesta” (atto 1°, scena 2ª). Cristoforo Colombo in burrascosa navigazione “verso le Indie” prese spunto dall’apparizione dei fuochi di Sant’Elmo per convincere i suoi marinai che “il peggio era passato”.

Qualcuno forse si stupirà nell’apprendere che questa credenza trova riscontro nella realtà del mondo fisico. Infatti le condizioni ambientali per l’instaurarsi dei fuochi di Sant’Elmo sono la diminuzione dell’intensità del campo elettrico temporalesco esistente tra atmosfera e superficie terrestre nonché un maggior livellamento delle onde del mare (al calar della mareggiata la superficie d’acqua circostante diventa più pianeggiante), tutti segni oggettivi che la tempesta si sta allontanando da quel tratto di mare.

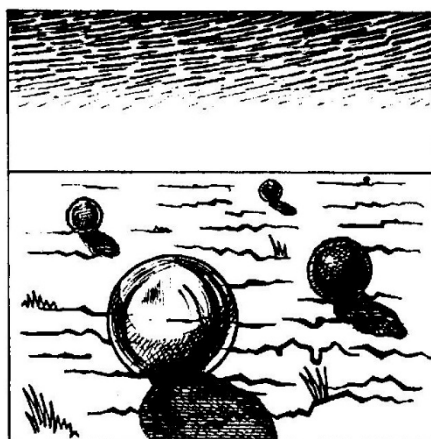
Si potrebbe andare avanti con altri episodi. La elettrizzazione per strofinio è responsabile dei fuochi fatui (così vengono chiamati in termini più generali i fuochi di Sant’Elmo) che rendono ancor più terrificanti nella mente dei beduini le violente tempeste di sabbia che si creano nel deserto.

METEORITI

Corpi provenienti dallo spazio

Un bolide fiammeggiante di enormi dimensioni appare improvvisamente nel cielo e si avvicina rapidamente al suolo ...

Al crepuscolo di una limpida giornata è possibile osservare una viva luminosità nel cielo dove il Sole è appena tramontato. Viene chiamata la luce zodiacale. È dovuta alla diffusione della radiazione solare da parte di una miriade di corpi distribuiti in tutto lo spazio interplanetario. Orbitano intorno al Sole come minuscoli pianeti. Nel loro insieme vengono chiamati polvere cosmica o asteroidale.



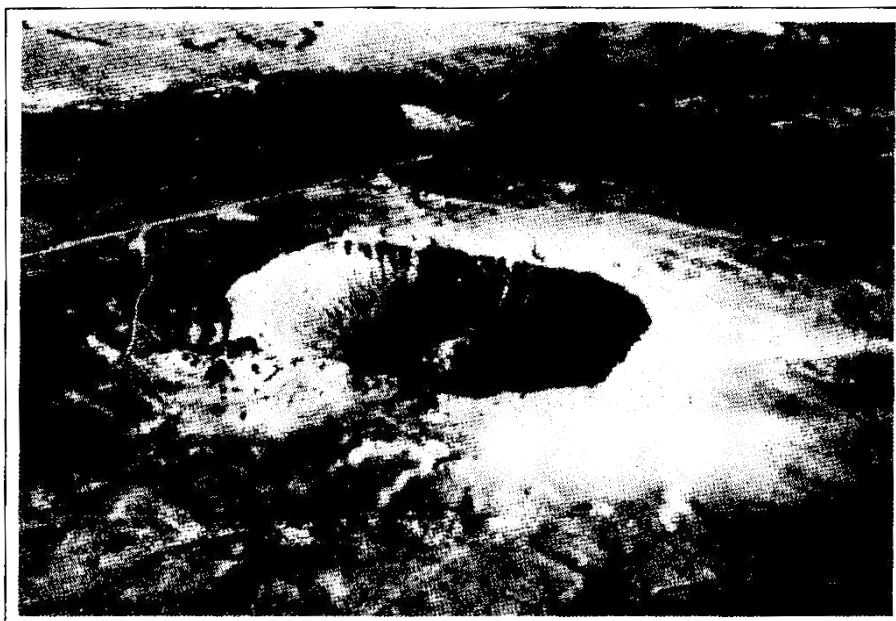
Se nel corso del loro tragitto spaziale passano in vicinanza della Terra ne subiscono l'attrazione gravitazionale. Talvolta questa è sufficientemente intensa da modificare l'orbita in modo tale da portarli a penetrare nella atmosfera terrestre. Se i corpi sono molto piccoli (non superano le dimensioni di un chicco d'uva) la loro interazione con l'aria si manifesta in forma di meteore ovvero strisce luminose, le così dette stelle filanti, visibili nel cielo notturno. Nel passaggio attraverso l'atmosfera il sassolino (viaggia alla velocità di parecchie decine di km al secondo) dissipa per attrito la sua energia cinetica in calore e luce consumandosi completamente.

Tuttavia esistono oggetti interplanetari che non si consumano durante il tragitto attraverso l'atmosfera e quindi raggiungono il suolo. Vengono chiamati meteoriti. Sono facilmente distinguibili dai sassi che ricoprono la crosta terrestre.

Sulla struttura dei meteoriti (sia quelli caduti sulla Terra che quelli raccolti sulla superficie lunare) sono impresse indelebilmente informazioni di primaria importanza per lo studio dei processi che cinque miliardi di anni fa circa portarono i corpi vaganti nello spazio ad aggregarsi tra loro con la conseguente formazione del Sole e del corteo di pianeti che gli girano attorno.

La caduta al suolo di un meteorite è accompagnata da emissione di luce e di suono. Un bolide fiammeggiante di enormi dimensioni appare improvvisamente nel cielo e si avvicina rapidamente al suolo lasciando dietro di sé una lunga scia di straordinaria luminosità. Il volo è accompagnato da emissione di suono che viene frequentemente descritto come terrificante in quanto è paragonabile alla detonazione di una intera batteria di cannoni che sparano contemporaneamente.

L'urto del corpo extraterrestre con il suolo ne causa la frammentazione che è accompagnata da un boato assordante. Sul terreno si apre un cratere che, nel caso di asteroidi di qualche tonnellata, copre un'area di alcuni km quadrati (in figura quello di Flagstaff in Arizona).



È interessante notare che tutti coloro che hanno osservato la caduta di meteoriti riportano descrizioni del fenomeno molto simili tra loro. E ciò a cominciare dalla prima in assoluto della nostra storia, verificatasi nel 467 a.C., osservata e descritta da Anassagora. Per ciò che riguarda la loro composizione si usa suddividerle in due classi principali: una che comprende meteoriti di natura simile alle pietre e l'altra a minerali (ferro-nichel).

Nel passato i meteoriti venivano considerati come messaggi provenienti dagli Dei e quindi ritenuti sacri. Il grande corpo asteroidale che cadde su Roma regnante Numa Pompilio fu affidato alla custodia di 12 sacerdoti. Il più famoso dei meteoriti sacri è forse la pietra nera di Kaba oggetto di culto da parte dei seguaci di Maometto.

I metalli allo stato nativo sulla crosta terrestre sono l'oro, l'argento e il rame. Il ferro è presente sotto forma di composti. Soltanto a partire dal 1400 a.C. l'uomo ha appreso la tecnica della scorificazione e lavorazione a caldo dei composti del ferro per estrarlo in forma di metallo puro.

Il ferro di origine extraterrestre fu quindi il primo conosciuto dall'uomo. Nell'antichità fu usato per produrre armi (punte di frecce e giavellotti), arnesi da lavoro e oggetti di ornamento.

Il ricordo del ruolo giocato dal ferro meteoritico nel progresso dell'uomo preistorico è rimasto nel vocabolario di alcuni popoli indoeuropei dove la parola ferro è equivalente al cielo. La stessa lingua greca ne ha conservato memoria. In greco ferro si dice "sider". L'aggettivo "sidereo" si usa spesso per indicare oggetti e fenomeni della volta celeste.

Durante il volo attraverso l'atmosfera la pietra extraterrestre raggiunge per attrito temperatura così elevata da subire la liquefazione di alcuni minerali in essa contenuti. Sulla sua superficie ardente si formano gocce che si distaccano dal corpo principale, si raffreddano nel tragitto verso terra e cadono al suolo senza frantumarsi. Alcuni di questi prodotti di fusione si presentano nella veste di globuli perfettamente sferici di vetro trasparente. Nei musei di meteoriti esistenti in alcune città europee e statunitensi sono esposti in bacheca sotto il nome di tettiti (corpi fusi).

L'informazione di attualità che qui ci si prefigge di dare al lettore riguarda la scoperta recentissima che l'attività dell'uomo immette nella atmosfera globuli di vetro trasparente in tutto e per tutto simili alle tetti. Nelle centrali di potenza il carbone viene convogliato nella camera di combustione dopo essere stato finemente granulato (viene chiamato comunemente carbone fluidizzato). La temperatura alla quale le particelle di carbone bruciano è così elevata (circa 1500°C) da produrre la liquefazione delle inclusioni con la conseguente immissione nell'atmosfera di palline di vetro trasparente.

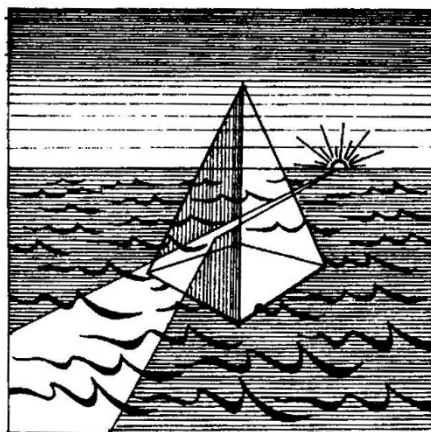
Un collezionista di meteoriti italiano può pertanto esibire come tetti le palline di vetro in suo possesso soltanto se raccolte sul territorio nazionale prima degli anni '50, vale a dire in tempi antecedenti alla messa in opera della prima centrale di potenza alimentata a carbone.

LUCE

Il raggio verde

... un'antichissima leggenda scozzese menziona il raggio verde ... chi ha la fortuna di osservarlo non commetterà mai più errori nella valutazione dei propri sentimenti.

Dalle coste sud-occidentali della nostra penisola è possibile osservare, molto più frequentemente di quanto si creda, uno spettacolare fenomeno luminoso che accompagna il tramonto del Sole. La scomparsa dell'astro dietro l'orizzonte è seguita dalla emissione di un vivo bagliore di luce di colore verde. Sembra che il fenomeno sia molto più raro in altre località.



Nel 1700 si verificò uno straordinario progresso scientifico nella compressione della natura e del comportamento della luce. Le varie pubblicazioni che apparvero a quel tempo sui fenomeni luminosi comprendevano anche articoli di scienziati delle Università del Sud della nostra penisola, nelle quali venivano riportate in dettaglio osservazioni del così detto raggio verde.

Purtroppo queste comunicazione scientifiche naufragarono miseramente. Isaac Newton era, al tempo, la massima autorità scientifica sulla proprietà della luce. Tutti abbiamo appreso a scuola la sua teoria dello spettro. Nell'attraversare un prisma di vetro un sottilissimo pennello di luce bianca solare si scompone sopra uno schermo nei colori dell'iride, vale a dire rosso, arancione, giallo, verde, azzurro, indaco e violetto. La luce bianca altro non è che una combinazione di una vasta gamma di colori.

Quasi contemporaneamente alla scoperta di Newton si stabilì che il fenomeno era dovuto a certe proprietà ottiche del vetro. Nell'attraversare il

prisma il tragitto del pennello bianco viene deviato e la deviazione è diversa a seconda del colore “contenuto” nella luce bianca. Si giunge quindi a formulare il concetto di indice di rifrazione, una proprietà dei materiali trasparenti che è funzione della lunghezza d’onda della luce o, in altri termini, del colore.

Quando Newton fu messo a conoscenza dei lavori sul raggio verde sentenziò che non si trattava di un fenomeno fisico. L’occhio dell’osservatore che fissa il sole all’orizzonte viene saturato dal colore rosso dell’astro al tramonto. Non appena il sole tramonta nelle acque del Mediterraneo la subitanea scomparsa del rosso acceso dell’astro stimola nell’occhio dell’osservatore la visione del colore complementare, vale a dire il verde. Detto in altri termini si trattava, secondo Newton, di un fenomeno di natura fisiologica. Poiché effetti del genere possono prodursi effettivamente nell’occhio umano, a dispetto dell’eccellente qualità delle osservazioni effettuate dagli italiani, il mondo scientifico decise che non era il caso di parlare più del raggio verde come di un fenomeno di natura fisica. L’autorevolezza di Newton era talmente grande che nessuno se la sentì di discuterne il giudizio.

È il caso di precisare che il raggio verde è talmente raro in Inghilterra che nessuno scienziato inglese al tempo di Newton l’aveva mai osservato. Eppure un’antichissima leggenda scozzese menziona il raggio verde e afferma che chi ha la fortuna di osservarlo non commetterà mai più errori nella valutazione dei propri sentimenti.

Il problema dell’esistenza del raggio verde come fenomeno fisico fu riproposto alla comunità scientifica internazionale 50 anni dopo (Newton era già morto). Un sacerdote italiano che viveva in una località sulle rive dell’Adriatico che si diletta di astronomia comunicò che il raggio verde lo aveva osservato all’alba, vale a dire contemporaneamente al sorgere del sole. Pertanto la spiegazione data da Newton non poteva applicarsi al suo caso. Bisognava accettare il fatto che il raggio verde era un fenomeno di natura fisica. Nel corso degli ultimi tempi il raggio verde è divenuto oggetto di studio da parte dei fisici dell’atmosfera. L’osservatorio astronomico vaticano pubblicò 20 anni fa un libro in cui sono riprodotte fotografie del raggio verde di indiscutibile validità.

Dalle documentazioni obiettive si è potuto stabilire che talvolta il raggio verde assume la veste di una fiammata che si eleva alta sull'orizzonte non appena l'ultima porzione del disco solare scompare.

È stato inoltre scoperto che il suo colore può cambiare dal verde smeraldo al violetto nel corso dei pochi secondi della sua durata.

Durante la sua marcia verso la conquista del polo Sud, l'esploratore Byrd osservò il raggio verde per la durata di 35 minuti. È noto che all'alba che segue la notte antartica il sole è visibile come uno spicchio per lungo tempo tanto che l'osservatore lo vede spostarsi lungo la linea dell'orizzonte. La spiegazione del fenomeno va ricercata nelle proprietà ottiche della atmosfera, il cui indice di rifrazione della luce varia al variare della temperatura dell'aria. I miraggi sono dovuti per l'appunto all'instaurarsi di forti gradienti di temperatura dell'aria lungo la verticale. In una giornata estiva la temperatura dell'aria vicina al suolo è molto più elevata rispetto a quella degli strati superiori, in quanto si trova a contatto con il terreno divenuto estremamente caldo per assorbimento della radiazione solare incidente. L'indice di rifrazione dell'aria varia al variare della quota tanto che la luce proveniente dagli oggetti del mondo circostante compie una traiettoria curvilinea. Le macchie "scure fluttuanti" che si osservano d'estate sulle autostrade intorno a mezzogiorno sono dovute al fatto che la luce del cielo raggiunge l'occhio dell'osservatore dopo aver compiuto un tragitto talmente arcuato da sembrare proveniente dalla strada asfaltata. Se ci si trova nel deserto "il fluttuare della macchia scura" formatasi al suolo appare all'occhio dell'osservatore come una pozza d'acqua.

Si è detto della scoperta di Newton sullo spettro colorato della luce bianca. Il fenomeno cromatico è osservabile sullo schermo soltanto se la luce bianca è contenuta in un pennellino sottilissimo. Con l'impiego di una sorgente bianca estesa non si ottiene lo stesso risultato. Ogni "punto" della sorgente produce lo spettro colorato. Tuttavia, raggiunto lo schermo, i colori si distribuiscono in modo tale da sovrapporsi l'un l'altro cosicché in definitiva si forma sullo schermo l'immagine bianca della sorgente estesa. Nel caso del sole l'emissione del raggio verde si spiega con il fatto che, nel tramontare, la sua immagine si fa via via più piccola. L'ultimo segmento del disco solare si comporta come una sorgente puntiforme. La luce bianca

solare incidente è contenuta in un pennellino sottilissimo tale e quale quello usato da Newton.

La distribuzione della temperatura dell'aria varia in modo tale da formare un enorme prisma capace di scomporre la luce bianca nello spettro cromatico. L'osservatore viene a trovarsi in una posizione tale rispetto al "prisma" da ricevere uno stimolo luminoso nella parte dello spettro corrispondente al verde smeraldo. Ciò spiega la rarità del fenomeno. Evidentemente il riscaldamento delle acque del Mediterraneo è tale da formare nell'atmosfera il gigantesco prisma da cui emerge il raggio verde.

Quanto sopra detto rende ragione del fatto che soltanto in alcune località della costa il raggio verde è visibile mentre non lo è in altri posti anche vicini.

Chissà che un giorno i risultati degli studi in corso sul raggio verde non permettano di ricostruire nei minimi dettagli le condizioni per la sua formazione e stabilire la località da cui è possibile osservarlo? In tal caso le agenzie turistiche della costa sud-occidentale della nostra penisola potrebbero organizzare gite di gruppo dei villeggianti per condurli "a vedere il raggio verde": un ulteriore motivo di attrazione per coloro che scelgono l'Italia del Sud per passare le vacanze estive.

NATURA

*Il tempo storico della
Terra*

*Il Monte Bianco è alto 5.000 metri. La Natura
ha impiegato 5 milioni di anni per erigerlo.*

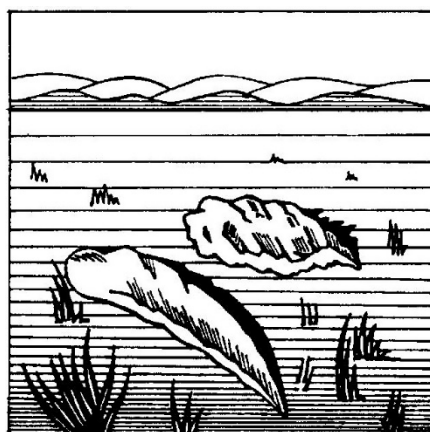
Nell'ottica scientifica tutte le specie viventi sulla Terra hanno una origine comune. Pertanto non si può identificare una particolare specie animale come quella dalla cui evoluzione si sarebbe formata la nostra.

L'uomo è parente di tutti gli esseri viventi ma non discende direttamente da alcuna delle innumerevoli specie che popolano la

Terra. È una creatura unica e irripetibile poiché è la sola, fra i viventi, a possedere la consapevolezza della propria dualità di fenomeno e di pensiero.

C'è chi sostiene che alla base di certe diatribe ci sia una sorta di incapacità della mente dell'uomo comune di visualizzare propriamente gli eventi del passato. Nel ricostruire i trascorsi della Terra la scienza si serve di due concetti di tempo: il tempo astratto delle formule e delle relazioni teoriche con cui traduce le memorie in avvenimenti e il tempo concreto in cui dispone in successione gli avvenimenti stessi.

Chiariamo con un esempio. La grandezza fisica velocità è data da un tratto di spazio diviso il tempo impiegato a percorrerlo. Il tempo che compare nella relazione è astratto poiché la medesima formula della velocità viene usata in innumerevoli casi diversi. Il record di Moser è stabilito dal fatto che in un'ora un uomo ha percorso in bicicletta un numero di chilometri mai percorso prima. La misura del tragitto compiuto



diviso il tempo impiegato si traduce, nel caso, nell'avvenimento sportivo di Moser.

Lo stesso dicasi per un satellite in orbita (il tempo impiegato a circumnavigare il pianeta) o per il tempo impiegato da Annibale a valicare le Alpi. In tutti questi casi diversi si è usato il tempo astratto ovvero si è applicata la medesima relazione della velocità.

Alla stessa stregua la scienza ricostruisce gli avvenimenti del passato. Le Alpi si sono formate in seguito a un sollevamento del terreno avvenuto alla velocità di 1 mm diviso 10 anni. Il Monte Bianco è alto 5.000 metri. La Natura ha impiegato 5 milioni di anni per erigerlo.

Passiamo all'altro concetto di tempo. Se la scienza riesce a datare la formazione del Monte Bianco ovvero a definire quando esso si è formato nel passato, opera in modo del tutto simile alla cronaca (record di Moser) e alla storia (traversata delle Alpi da parte di Annibale). Detto in altri termini nel far ciò la scienza si serve del tempo storico il cui concetto riflette in una immagine comune a tutti gli uomini quello innato nella mente di ciascuno. Gli eventi vi procedono nella direzione che va dal passato al presente, lungo il cammino a senso unico di tutte le storie. Tuttavia gli avvenimenti del passato della terra si sono svolti in archi di tempo per noi inimmaginabili.

Gli psicologi dicono che il modo in cui "sentiamo" il tempo degli eventi che noi stessi viviamo è imperfetto. Dicono anche che la nostra mente non è in grado di dare dimensione a "tempi vuoti". È incapace di percepire che dieci secoli è un intervallo di tempo più corto di cento secoli. Per poterne apprezzare la differenza ha bisogno di riempirli di "fatti" storici.

La varietà delle immagini degli eventi passati, uniti alla consapevolezza della loro durata e successione, è ciò che noi apprezziamo come intervallo di tempo storico. La lunghezza dell'uno rispetto all'altro è valutata dalla nostra mente in termini di rapporti di quantità e qualità di immagini. La consapevolezza della durata degli avvenimenti storici dipende dalla ricostruzione che noi stessi ne facciamo usando un'ottica immaginativa tutta personale che stabilisce i "tempi" e classifica i "fatti umani" anche in rapporto a noi stessi e alla nostra esperienza. In breve noi stimiamo il "tempo storico" come risultato del giudizio che noi stessi diamo del valore "estetico" di cose e di avvenimenti del passato.

Il big bang che spiega la formazione della materia cosmica partendo da un “punto” – che prima non esisteva – di un universo che ancora “non esiste” e che esplose riempiendo lo spazio di particelle elementari è un fenomeno anti-intuitivo perché contrasta, se non altro, con il principio “classico” intuitivo della indipendenza dello spazio dal tempo. Purtroppo sembra che venga accettato dalla mente di molti. Non è da escludere che a render nota questa teoria abbia contribuito la rapidità dell’evento che viene descritto come un fenomeno avvenuto in “pochi minuti”, un intervallo di tempo che, ammesso che lo si possa trasferire nel mondo fisico tradizionale, rientra nella nostra esperienza. Se d’altra parte si afferma che l’uomo primitivo, una volta appreso l’uso della pietra appuntita, ha impiegato un milione di anni solamente per “migliorare” la punta della pietra, si descrive un processo che è intuitivo ma purtroppo inimmaginabile. La nostra breve vita, sia come singoli sia come specie “che ha scritto la sua storia”, è un intervallo di tempo al quale siamo portati a riferire la successione degli eventi del passato indipendentemente dalla loro natura.

Il fatto stesso di riconoscere che accanto al tempo obiettivo sussiste nella nostra mente un tempo in cui traduciamo gli avvenimenti del passato in immagini di vita vissuta può forse aiutarci a divenire consapevoli della nostra incapacità di visualizzare i trascorsi della Terra la cui data di nascita risale a 5,7 miliardi di anni fa.

Tipico è il caso dei processi evolutivi dei viventi. Le immagini dell’ascendente e del discendente che la scienza ci presenta sono così dissimili tra loro che la nostra mente si rifiuta di accettare che trasformazioni del genere abbiano avuto il tempo per verificarsi. Solamente la capacità acquisita di pensare in tempi di lunghezza inimmaginabili e la conoscenza delle innumerevoli fasi dell’evoluzione mettono lo scienziato in grado di farsene una ragione.

Il profano che non può cambiare calendario deve accettare a scatola chiusa siffatte trasformazioni anche se la sua mente non è in grado di concepirle. Una richiesta di fiducia che la scienza ci pone facendo appello a tante verità che, malgrado tutto, abbiamo finito per apprendere da essa.

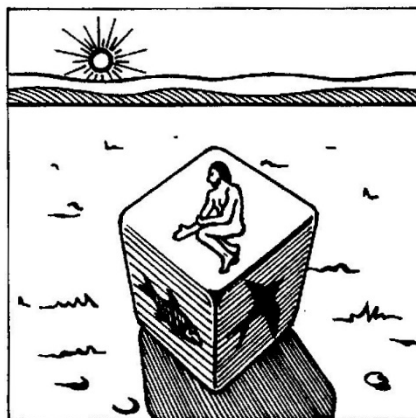
La lunghezza del passato della Terra è paragonabile a quella di un grattacielo, lo spessore di una monetina deposta sulla cima rappresenta il tempo trascorso dalla comparsa dell'uomo sulla terra e un foglio di carta velina quello della nostra storia.

C. R. DARWIN

*Per una maggior
diffusione della teoria di
Darwin*

Le scelte accidentali che la Natura compie non sono del tutto casuali poiché dipendono da quelle precedenti ...

È opinione di alcuni studiosi che, al passare del tempo, il divario culturale tra scienza e umanesimo esistente nella nostra società si stia approfondendo viepiù invece di colmarsi. Secondo alcuni osservatori qualificati c'è un netto rifiuto da parte della stragrande maggioranza della popolazione di accettare la teoria di Darwin che ci descrive chi siamo e da dove veniamo.



L'aspetto della teoria ritenuto più "ripugnante" sta nel fatto che l'evoluzione della materia vivente viene descritta da Darwin come dovuta a un susseguirsi di cambiamenti verificatisi **a caso** nel mondo dei viventi. Una creatura dalle doti così straordinarie come quelle in possesso dell'uomo non può, nella mente dei più, assumere la veste di un fenomeno casuale.

L'evoluzione organica è, in termini molto semplici, la storia degli esseri che oggi popolano la Terra. Descrive i processi che fanno delle piante e degli animali attuali i discendenti "modificati" di organismi vissuti nel passato. Questi antenati furono, a loro volta, i discendenti modificati di predecessori in qualche modo "diversi", i quali a loro volta furono i discendenti modificati di altri, e così via, passo per passi, indietro nel tempo, fino ad una origine comune.

La selezione naturale è il meccanismo più importante dell'evoluzione. Essa opera in seguito a certi "cambiamenti" che si verificano a caso negli

organismi viventi. Selezione naturale è un termine introdotto da Darwin per esprimere il concetto che la natura esercita sul mondo vivente una selezione in qualche modo simile a quella messa in atto dall'allevatore quando vuole favorire certe "qualità" di un gruppo di animali. Nel far ciò egli impedisce nello stesso tempo la riproduzione di quegli individui che sono carenti delle qualità desiderate. Anche la selezione naturale ha gli stessi aspetti. È cioè "negativa" e "positiva".

Se il cambiamento naturale che si verifica in un organismo è tale da rappresentare un danno per l'organismo stesso, gli eredi possessori del danno saranno meno adatti a vivere nel loro ambiente rispetto ai loro simili non possessori del danno. Potranno quindi non raggiungere la maturità o se vivranno potranno non riprodursi. O se si riprodurranno non potranno generare discendenti in quantità uguale a quella dei loro simili non danneggiati. Come risultato di questa serie di possibilità il cambiamento dannoso tenderà gradualmente a sparire nelle future generazioni.

La selezione negativa tende quindi a mantenere la specie nelle attuali condizioni di adattamento all'ambiente facendo in modo che nella specie stessa non si instaurino variazioni che rendano gli organismi della specie meno adatti alla vita. La selezione negativa è un processo che in definitiva tende a mantenere la specie nello statu quo.

Ma raramente un reale "progresso" di un sistema è il prodotto di un rafforzamento della norma: entra in gioco quindi la selezione positiva. Se il cambiamento che avviene nell'organismo è per esso un beneficio, i membri della specie che lo possiedono si troveranno avvantaggiati rispetto agli altri. Se si verificano condizioni tali per cui nell'ambito della specie si instaurano "meccanismi competitivi", il cambiamento vantaggioso può essere sufficiente a determinare nella specie qualche differenza in capacità di sopravvivenza. I possessori del beneficio potranno proliferare meglio. Se i discendenti di questi erediteranno il cambiamento vantaggioso si verificherà nelle generazioni successive della specie un processo di selezione per cui aumenterà nel corso del tempo la proporzione di individui dotati di beneficio.

La teoria di Darwin si presenta anti-intuitiva proprio perché il concetto di "evento a caso" contrasta con le scelte preferenziali che la natura compie

nella realtà. Si può tentare di mostrare con un esempio che non c'è contraddizione.

Pur se di discutibile ortodossia dovrebbe aiutare a superare certe barriere anti-intuitive. Si prendano tutte le lettere del nostro alfabeto. Il numero di "eventi", per esempio "parole che hanno senso" che si può costruire con queste lettere, è dato dal vocabolario completo. Si scelga una parola, tra le più lunghe della nostra lingua. Supponiamo che in base a ricordi scolastici comuni si sia d'accordo nello scegliere "precipitevolissimevolmente". Il numero di parole che si possono formare con le lettere contenute in "precipitevolissimevolmente" è grande ma non è certo quanto quello che si ottiene usando tutte le lettere dell'alfabeto.

Con le lettere contenute in "precipitevolissimevolmente" si formi, a scelta, un'altra parola e poi da questa un'altra ancora e così via. Nel fare la scelta si trascuri volta per volta l'uso delle lettere scartate precedentemente. Si giungerà, ad esempio, a formare la parola "involtino". Da questa ultima "voltino" perdendo "i" e "n". Un'ulteriore scelta venga fatta per comporre "tino". Il numero di parole che si può formare con "i", "n", "o" e "t" è estremamente limitato.

Ciò che l'esempio vuol mostrare è che tale limitazione è il risultato delle scelte fatte precedentemente. Dipende cioè dalle decisioni prese volta per volta nel costruire con le lettere contenute nella precedente una certa parola piuttosto che un'altra. Effettuando altre scelte si sarebbe potuto avere un "resto" composto da lettere diverse.

Se si guarda al giochetto dall'inizio alla fine si può osservare che la serie di scelte riportate nell'esempio tende progressivamente a dare importanza alle lettere "i", "n", "o" e "t". Ma è chiaro che tale importanza dipende dalle scelte fatte e non da una "innata" superiorità di "i", "n", "o" e "t" rispetto alle altre lettere dell'alfabeto.

L'esempio si applica all'evoluzione della vita soltanto in un'ottica estremamente limitata e parziale. Ad ogni "scelta" corrisponde una serie di possibili direzioni evolutive che amplificano enormemente i processi che avvengono nella realtà e ne ramificano gli effetti. L'analogia vuol mostrare con una certa immediatezza che le scelte preferenziali che l'evoluzione

compie sono in realtà condizionate, in altri termini guidate, dai processi evolutivi che si sono verificati precedentemente.

Si sa che certi composti dell'elemento fosforo sono importantissimi per le funzioni vitali. Non sembra che ciò dipenda soltanto da peculiarità chimico-fisiche dei composti del fosforo rispetto a quelle di composti di altri elementi chimici. Nelle fasi iniziali dell'evoluzione della vita il caso ha portato a scegliere il fosforo per svolgere un certo processo. Tutte le forme di vita che si sono succedute dopo tale scelta accidentale hanno quindi concentrato le loro basi sul sistema chimico che comprende il fosforo e hanno lasciato l'uso di altri sistemi chimici che potrebbero teoricamente svolgere lo stesso compito.

Le scelte accidentali che la natura compie non sono solo del tutto casuali poiché dipendono da quelle precedenti così come avviene nel gioco con le lettere dell'alfabeto. In conclusione il concetto di cambiamenti a caso sui quali opera l'evoluzione non contrasta con quello di cambiamenti non del tutto a caso. Ma ciò solo in quanto l'evoluzione stessa riduce la varietà delle scelte che il caso può compiere.

Il contrasto tra la teoria di Darwin e la fede religiosa è soltanto apparente. Nel 1954 Pio XII promulgò l'enciclica "Humani generis" nella quale illustra il disegno divino della creazione dell'uomo attraverso la teoria dell'evoluzione di Darwin. Si tratta di un documento di importanza estrema per placare il conflitto di idee tutt'ora esistente in materia nella nostra società. Ci si può domandare come mai, a distanza di circa 40 anni, il messaggio illuminante di Pio XII non sia stato portato a conoscenza della opinione pubblica.

SPECCHIO*L'uomo e il pianeta Terra*

L'alluminio sarà esaurito tra trent'anni, il rame tra venti. Prima della fine del secolo prossimo miniere che ancora egli deve scoprire saranno vuote.

La suprema importanza che per noi riveste il posto che l'uomo occupa in natura ci ha indotti a darci diverse versioni di come ne venne a far parte. Tante quanto sono le vesti di protagonista che ciascuno di noi gli attribuisce.

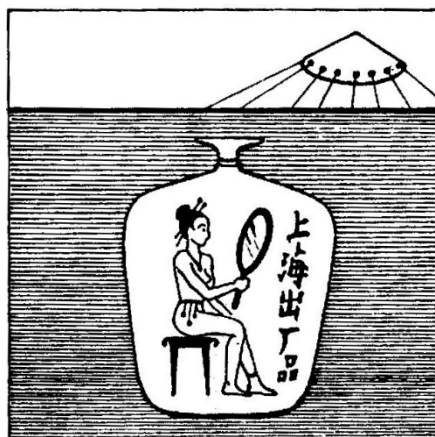
Tra le più recenti ce n'è una che è stata costruita con l'intento di fondere la storia del nostro pianeta con quella che noi stessi viviamo. Un

insegnante di scienze naturali di una immaginaria scuola dei nostri giorni la illustrerebbe ai propri alunni pressappoco così.

La vita formatasi nell'oceano si avventurò sui continenti dove affrontò una straordinaria varietà di ambienti e situazioni. L'evoluzione organica accelerò il suo corso creando forme vitali via via più diversificate.

Passarono centinaia di milioni di anni e la combinazione di pressioni selettive le più disparate produssero cambiamenti adattivi maggiori su alcune piuttosto che su altre. Apparvero nelle prime organismi via via sempre più specializzati a svolgere particolari funzioni. Aumentarono in esse la portata e la varietà degli adattamenti all'ambiente. Cambiamenti evolutivi ancora più grandi le differenziarono ulteriormente.

Qualche decina di milioni di anni fa si accelerò su quel ramo della vita un processo evolutivo che sviluppò strutture e funzioni che avrebbero caratterizzato la specie uomo. Esaltate ancor più nei discendenti fornirono all'Homo sapiens che le ereditò la capacità, apparentemente unica nei



viventi, di costruire uno specchio in cui guardare sé stesso e il mondo. Fu molto svelto nell'apprenderne l'uso tanto che impiegò soltanto qualche centinaio di migliaia di anni a diventare padrone della tecnica con cui modellarne la superficie. Progredì in crescendo poiché la ricerca di migliorare l'immagine che di sé lo specchio gli restituiva esaltava in lui proprio quelle capacità che gli avevano permesso di costruirlo.

Sulla specie uomo veniva così ad agire un nuovo intenso processo di specializzazione mai messo in atto prima dell'evoluzione.

Il suo adattamento all'ambiente raggiungeva rapidamente i più alti livelli e la sua capacità di procreare aumentava. Poi sopraggiunsero i grandi cambiamenti del clima a sconvolgere gli equilibri che aveva conquistato. Possenti coltri di ghiaccio sommergevano le sue fonti di nutrimento e lo spingevano alla disperata ricerca di altre. Per generazioni e generazioni pagava con la morte di quasi tutti i suoi piccoli la sopravvivenza della sua specie contro il resto del mondo.

Fu quindi la successione ininterrotta di stati di drammatica necessità che lo portò inevitabilmente ad accentuare nell'effigie di sé quella del costruttore di specchi. La consapevolezza di esserlo lo elevava nettamente al di sopra degli altri esseri viventi.

Mutava via via a suo favore l'immagine del suo rapporto con il resto del mondo ed aumentava in lui la facoltà di mutarla. Lo straordinario meccanismo evolutivo lo guidava alla conquista del pianeta.

Cresceva intanto la discendenza e si estendeva la superficie dei territori conquistati. Fu costretto a suddividersi nel tempo in tante comunità. Tante quante erano state le immagini più salienti di sé che via via si erano succedute nello specchio. La ricetta per ricostruirlo era la sola eredità di ciascuna frazione della specie. Il meccanismo evolutivo funzionava nella direzione voluta soltanto per l'insieme degli uomini che ne lavorava la superficie.

Il moltiplicarsi delle frazioni e degli specchi sviluppò tecniche ottiche di straordinaria originalità. Le comunità più versatili in quest'arte riuscirono ad ingrandirsi conquistandone altre per poi, in tempi successivi, soccombere a loro volta.

Succedeva intanto, e prevalentemente negli insiemi più popolosi, che l'accentuazione di certe caratteristiche della superficie speculare, impercettibili nell'immagine per coloro che lavoravano, si traduceva in sensibili deformazioni degli uomini. Intorno all'unico specchio della comunità veniva così a generarsi una contesa tra le diverse tecniche ottiche tese a sopraffarsi l'un l'altra per assicurarsene la lavorazione.

Il meccanismo che tanto efficacemente aveva operato sul sistema uomo-specchio sotto le pressioni provenienti dall'esterno del sistema aveva generato una variante interna. E questa seguiva ad agire alimentandosi all'antico meccanismo che essa stessa aveva finito per riprodurre.

Qualche migliaio di anni fa una delle più piccole frazioni della discendenza si trovò a vivere sulle coste orientali del Mediterraneo. L'uomo di quella comunità, forse il primo nella storia della specie, provò a costruire uno specchio che l'immagine di sé gli riflettesse anche il Sole, la Terra, l'acqua e gli altri esseri viventi.

Quello specchio è giunto fino a noi. Ha resistito ai tentativi che nel tempo sono stati fatti per plasmarlo con le tecniche usate per l'altro. Non ha subito alterazioni anche perché l'uomo che lo costruì vi scrisse sopra, con caratteri indecifrabili per i più, la ricetta per lavorarlo.

Le sue esaltate proprietà ottiche producono oggi effetti straordinari. L'immagine riflessa che di sé l'uomo ne trae sempre più nettamente lo distingue da una parte e sempre più intimamente lo confonde dall'altra con il Sole, la Terra, l'acqua e gli altri esseri viventi.

È tuttora unico ed è sempre il medesimo. Non appartiene ad alcuna delle comunità via via create dalle moltiplicazioni dell'altro ed è nello stesso tempo proprietà di tutte.

Il contrasto tra ciò che il primo riflette rispetto al secondo crea motivi di conflitto in ogni comunità comunque piccola. In alcune si è scoperto che immagini parziali tratte dal secondo servono a migliorare quelle rese dal primo. In altre l'uomo è riuscito a ricavare da questo un'immagine di sé che comprende anche quella che gli rimanderebbe l'altro. In tutte le comunità si cerca di attenuare il conflitto esaltando quelle riflessioni del primo che risparmiano agli uomini di guardarsi nel secondo.

L'Uomo della Specie è consapevole che non c'è contrasto. È vero che se non avesse modellato il primo mai avrebbe costruito il secondo. Ma è altrettanto vero che oggi li possiede entrambi. Sono i beni più preziosi ed egualmente preziosi dell'eredità trasmessagli dall'antico ceppo. Sono le basi su cui può operare un nuovo processo evolutivo ancora più straordinario di quello che l'ha condotto tanto in alto. Giudicare e controllare egli stesso la direzione della futura evoluzione della sua specie!

Il secondo specchio gli rimanda nell'immagine di sé quella del pianeta che ha conquistato. Inesauribile e sconfinato nell'ottica dei padri gli appare nella sua simile a una navicella spaziale sulla quale è imbarcato per compiere un viaggio di cui si sa il come ma non il perché.

L'estensione dei terreni, fonte prima di alimento della sua specie, è oggi sfruttata solo a metà. Ma già nell'arco della presente generazione, prima cioè dell'anno 2000, egli uomo alla conquista del futuro così come è stato del presente, si troverà di fronte a una drammatica carenza di terra da coltivare.

Le risorse di minerali, di ferro, di argento, di rame, e di altri metalli, armi prime del suo sviluppo, gli verranno a mancare nell'immediato futuro. L'alluminio sarà esaurito tra trent'anni, il rame tra venti. Prima della fine del secolo prossimo miniere che ancora egli deve scoprire saranno vuote.

La sua recente corsa al progresso non sarà senza conseguenze dannose per la prossima discendenza. La superficie della Terra e l'insieme delle acque del pianeta danno segni di saturazione nei riguardi della sua passata attività.

I rifiuti organici che egli riversa nelle acque si decompongono sottraendo ossigeni all'ambiente. In alcune località marine l'ossigeno disciolto è ridotto a zero. I pesci vi muoiono perché non possono respirare. Il vasto patrimonio di alimenti che la vita acquatica gli ha finora assicurato è qua e là in declino.

L'acqua degli oceani si rimescola con un ritmo che è troppo lento rispetto a quello del suo progresso. Gli oceani profondi migliaia di metri sono immobili nella scala temporale del suo sviluppo. Tutti i rifiuti che dalla terra e dall'aria vi entrano si disperdono rapidamente, ma soltanto in uno strato spesso appena cento metri. Ciò che in pochi anni si è accumulato in

quei cento metri ne impiegherà migliaia per diluirsi con l'acqua che sta al di sotto.

Il piombo, il mercurio, gli insetticidi che egli ritrova sparsi sulla superficie della Terra, perfino nei lontani ghiacciai polari, sono gli evidenti limiti della atmosfera nel disperdere ciò che egli vi immette e della superficie della crosta nell'assorbirlo. Il fatto che li ritrovi anche nei pesci gli fa toccar con mano quanto vicina sia la saturazione di quei cento metri d'acqua. Un giorno, forse non lontano, dovrà rinunciare a servirsene per nutrirsi.

Altri effetti che la sua attività può indurre sul pianeta sono ancora più subdoli. Lo strato di ozono che protegge la vita, il risultato di complessi e delicati equilibri chimici e fisici, è minacciato da alcuni gas liberati sulla superficie terrestre. In particolare da quelli che egli usa e che, per non danneggiare l'aria intorno a sé, vuole inodori, atossici, inerti, indistruttibili, non reattivi. Sono trasportati alle alte quote atmosferiche dove diventano distruttibili e quindi chimicamente attivi proprio in presenza di ozono.

L'energia che ha consumato durante l'ultimo arco di una vita ha liberato nell'aria una enorme quantità di anidride carbonica. Un quarto è stato assorbito dall'attività fotosintetica dei vegetali sparsi sul globo, un quarto è andato in soluzione negli oceani e metà è rimasto nell'atmosfera.

Se si ripartisce così anche quella che egli libererà nel futuro non ci sarà l'immediato pericolo di superare il quid critico di spostamento dell'effetto serra dell'atmosfera. Ma c'è qualche segno che il comportamento del pianeta si discosterà nel futuro da quello passato.

Quei cento metri d'acqua risentono già dell'anidride carbonica che vi si è accumulata; calerà il tasso con cui l'assorbiranno nel futuro. Salirà via via nei prossimi anni quello con cui l'atmosfera se ne arricchirà. Il pericolo di alterare il clima della Terra si farà consistente già prima dell'inizio del prossimo secolo.

D'altra parte però i depositi di combustibile fossile si esauriranno prima e quindi non sarà costretto ad imporre a sé stesso restrizioni nel consumo di combustibile fossile.

Per altro verso ciò non dovrebbe rallentare il suo sviluppo. Sfrutterà i depositi di uranio ricchi di energia nucleare. Preleverà la luce del sole da cui trarrà tutta l'energia di cui avrà bisogno. Metterà altri esseri viventi in

condizioni di fornirgli combustibile pregiato. Tra le innumerevoli famiglie di batteri ce ne sono alcune che sono in grado di produrre idrogeno in forma di gas.

Ma deve tener presente che l'aumento dell'effetto serra atmosferico è pericoloso solo in quanto è in grado di scaldare la superficie della Terra in misura tale da dare il via a cambiamenti climatici progressivamente più vistosi. Poiché il consumo di energia si tradurrà in definitiva in produzione di calore la scalderà in ogni modo. E ci sarà un limite che non potrà valicare.

Il suo progresso inteso nel futuro come un proseguimento del presente non sarà quindi regolato dalla quantità di energia che sarà capace di produrre ma piuttosto da quella che l'equilibrio termico del pianeta gli concederà di consumare.

Le soluzioni alternative lo riconducono inevitabilmente alle scelte che farà.

Nell'immagine ci sono anche le stelle. Milioni e milioni, delle quali 500.000 sono state catalogate. Molte, così come il nostro Sole, sono circondate da pianeti. Le stelle con certe caratteristiche sembrano le più adatte a portarsi appresso pianeti simili alla Terra. Si sa quante ce ne sono nella galassia. Se ne sa l'età e la Luminosità. In un pianeta in orbita ad una certa distanza da un Sole simile al suo la formazione della vita è un evento inevitabile.

Di pianeti siffatti nella galassia ce ne dovrebbero essere almeno 100.000. Una quarantina si troverebbe ad una distanza dalla Terra compresa entre i 4 ed i 22 anni luce. Le sonde spaziali che egli costruisce possono arrivarvi. E da lì altrove sulla pista di altri esseri ancora più intelligenti che potrebbero aver già risolto il problema della sopravvivenza sui loro pianeti.

Anno luce dice implicitamente il tempo che impiegherebbe la sua sonda ad arrivarvi. Migliaia e migliaia dei suoi anni soltanto per raggiungere i più vicini confini di quel mondo.

Ma chi può dire se nel futuro, come d'altra parte è già successo in passato, non troverà che ciò che lo limita oggi sarà superato e quindi che egli potrà viaggiare nello spazio senza limiti di velocità?

L'immagine non dà una risposta diretta in quanto non ha modo di dare senso alla domanda. Può fornire però una risposta indiretta.

Se è sensato il modo con cui si deduce che nella galassia la vita esiste, essa dovrebbe allora trovarsi in differenti stadi evolutivi. E ciò in quanto il tasso della sua evoluzione dipende da particolari condizioni fisiche esistenti su quei mondi. Una differenza percentualmente anche piccola nel tasso stesso comporta una differenza di milioni di anni nel grado di sviluppo della vita tra un posto e l'altro. Ci saranno quindi pianeti dove la vita avrà raggiunto lo stato degli "elementi organizzati", in altri quello della Terra e in altri ancora dove sarà milioni di anni avanti a quest'ultimo. Se "esseri" così progrediti non sono venuti a visitarci, mai l'uomo potrà raggiungere i pianeti in cui abitano.⁽²⁾

L'immagine gli restituisce sé stesso sempre più isolato e sempre più legato al piccolo pianeta. Nel futuro di quest'ultimo la sopravvivenza e la estinzione della sua specie sono avvenimenti egualmente probabili.

L'ispirazione per affrontare e superare questa imminente fase della lotta per la sua sopravvivenza la troverà, così come ha sempre fatto, nella immagine di sé che riuscirà a trarre dal primo.

La consapevolezza di essere unico al mondo in ogni e qualunque copia di sé e che il mondo sarà ancora una realtà soltanto se la sua specie seguirà ad esistere gli appare in tutte le immagini di sé, qualsiasi sia la comunità che possiede lo specchio. È l'insieme dei valori più alti di sé di cui ogni uomo della specie, indipendentemente dagli altri, si sente erede.

Si tratta di identificarli, tra i tanti spuri, e riunirli in un solo esemplare comune. Su quell'effigie di sé, sovrainposta a tutte le altre, l'antico meccanismo lo guiderà ancora una volta verso la sopravvivenza della sua specie.

La sola differenza tra la nuova lotta e l'antica sta nei tempi di risposta del "resto del mondo" alla sua azione plasmante. Quelli del pianeta di oggi sono lunghi rispetto all'arco della vita dei singoli. L'antico meccanismo funziona soltanto a vantaggio di chi lo innesca. Ridurre il ritmo per produrre benefici dei quali godranno i posterì e non egli direttamente, è tra le facoltà che l'uomo della specie deve ancora attribuirsi.

⁽²⁾ La risposta del secondo specchio, la Scienza, è di Enrico Fermi.

La scoprirà però tra i concetti più rari di sé espressi nel passato dai singoli e dalle piccole comunità alla libera ricerca di un'identità. È tra i valori che formeranno la nuova eredità della specie.

L'opalescenza delle antiche porcellane orientali era uno dei tanti mezzi a disposizione delle comunità artigiane per esprimere ciò che esse definivano "la risonanza dello spirito del cosmo che penetra nell'artista e produce il movimento della vita".

Riuscirono a dare alla porcellana la proprietà di accendersi della luce del Sole sì da "rendere i colori adeguati alle caratteristiche". La virtù acquistata dalla materia era il risultato dell'estrema raffinazione del caolino usato nell'impasto. Veniva messo in soluzione in opportuni recipienti dove era soggetto ad un attacco batterico che lo macerava intimamente. La granulazione ottimale richiedeva che il processo durasse più di un secolo!

La possibilità di esprimersi sui massimi valori della loro arte fu assicurata a quelle comunità artigiane per migliaia di anni. La continuità era garantita dal caolino messo a macerare dagli antenati e da quello messo a macerare per i posteri. Un meccanismo che, una volta a regime, è semplice e comodo e non richiede sacrifici.

Ma tutto sta nel concepirlo e nel metterlo in atto. È ciò che fecero le comunità artigiane che vissero alcune generazioni prima dell'era del massimo splendore.

I principi della loro produzione artistica erano tanto sentiti dagli uomini di quelle comunità da indurli ad innescare un meccanismo atto a creare valori che avevano intensamente desiderato ma dei quali non avrebbero mai goduto se non attraverso la consapevolezza di trasmetterli.