

A che fa pensare la geologia

«Così come quasi vi fosse una grande montagna, formata da roccia compatta, lunga un miglio, larga un miglio, alta un miglio, senza spaccature grotte o caverne, ed ogni cento anni venisse un uomo e la toccasse con la sua veste di seta; quella montagna formata dalla grande roccia compatta finirebbe per tale causa col logorarsi e si consumerebbe più rapidamente di un ciclo mondiale: tale è la lunghezza di un ciclo mondiale. E pure parecchi di tali cicli hanno rotato, e parecchie centinaia di cicli, e parecchie migliaia di cicli, e parecchie centinaia di migliaia di cicli». (Gotamo Buddho, *Samyuttakanikayo*, XV, 5, nella traduzione di G. De Lorenzo in «Terra Madre», Torino 1907, p. 153).

Così l'acuto pensatore indiano rende quasi sensibile con poetica immagine lo sterminato corso del tempo; e oggi che più o meno bene crediamo di poter numerare in anni la durata di questi cicli, ci illudiamo di capirne o intendere qualche cosa di più.

Con lo stesso animo, di fronte a congerie di conchiglie fossili trovate sui monti, ci vien fatto di ricordare i versi del poeta latino:

vidi ego quod fuerat quondam solidissima
[tellus
esse fretus; vidi factas ex aequore terras,
et procul a pelago conchae iacuere marinae
(vidi esser mare ciò che era stato un giorno saldissima terra; vidi costituite fuor dell'onda le terre, e lungi dal pelago restar giacenti le conchiglie del mare — Ovidio, *Metamorphoseon*, XV, 262-64).

Puerili parvero, invece, ad un pur alto intelletto nostrano, altre figure poetiche rappresentate con semplice linguaggio nei Libri Santi; senza sospettare che moderne vedute su la origine e il divenire dei monti avrebbero perfino dato un senso nuovo al-

l'immagine dei rilievi saltellanti come le greggi! (Ps. 113, 4).

Tali concetti su l'inesausto fluire del tempo e le trasformazioni lentiche o brusche dei paesaggi terrestri, sono per altro frutti eccellenti d'intuito, non conoscenza; e solo da questa ricevono luce e significato reale. Il loro valore rifulge allora più vivo, e con esso il loro ammaestramento a guardare le cose da un punto di vista più alto.

Se a considerazioni di tal genere invogliano tutte le scienze naturali, mirabilmente vi si presta la geologia con le discipline sorelle. E qui desidero soffermarmi un poco, per richiamare i giovani al significato intrinseco e alla grandiosità non sempre afferrabile degli eventi che la geologia ricostruisce erievoca.

Troppo sovente perdiamo, oggi, il senso delle proporzioni; come troppo spesso sorvoliamo sul meccanismo dei fenomeni, anche quando saremmo, o almeno dovremmo essere, in grado di apprezzarli come l'effetto di cause molteplici e congegnate in un insieme di meravigliosa armonia. Manchiamo di riflessione. Così come parliamo con indifferenza delle meraviglie che l'astronomia ci insegna, di distanze misurate in anni-luce, di lunghezze misurate in milionesimi di millimetro; così come si apre la radio senza por mente a ciò che essa significa; come si apprende il sacrificio di milioni di vite senza misurarne tutto l'orrore; come passiamo accanto a miracoli d'amore senza apprezzarne interi la santità e l'eroismo.

Ma ritorniamo al nostro tema.

Geologia è, per comune consenso, storia della terra — benchè non sia questo soltanto. Storia, comunque, che a bene scriverla e bene intenderla richiederebbe possibilità e capa-

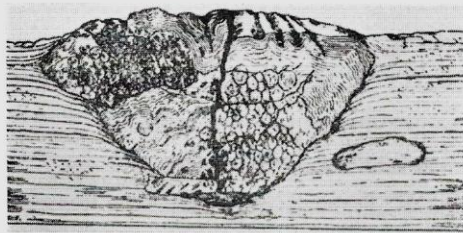


Fig. 1. - Massa calcarea formata dalla *Collenia frequens*, organismo attribuito ad alghe Cianoficce. 1/30 della grand. nat. Precambriano del Montana, U.S.A. (sec. Fenton).

cità superiori alle forze umane; ma che pur nell'ambito ristretto di queste, mette in luce o fa intravedere eventi di grandiosità mondiale e suscita ardui, affascinanti problemi.

La notte dei tempi. - Il più antico minerale finora scoperto avrebbe, secondo il rapporto piombo-uranio, la veneranda età di 2500 milioni di anni. Fa parte di una roccia iniettata in seno ad altre più antiche. Quanto è vecchia questa nostra Terra, che mezzo secolo fa ritenevamo cinquanta volte più giovane, e che ha tuttora in seno tanto calore e tanta energia! Calore che sfugge in misura di mezzo milione di calorie all'anno da ogni metro quadrato della superficie, energia di cui la centesima parte, liberata nei terremoti in un anno, si valuta in erg al numero non afferrabile dalla nostra mente, dell'unità seguita da 25 zeri (10^{25}). Ma fino a qual punto quest'energia è proprio effetto della disintegrazione atomica, su cui è venuto a cadere il discorso, e non residuo del calore del primitivo globo infocato? Ed è cessato o meno l'accumularsi, per integrazione della materia, di quelle favolose quantità di energia che si liberano nel disintegrarsi degli atomi? Vi è sul serio, come è stato supposto, un residuo di materia solare indifferenziata nel grosso nucleo terrestre?

Se in realtà, come vogliono le cosmogonie più accreditate, il nostro

pianeta sia passato per uno stadio di incandescente fusione, noi non sappiamo. Nè sappiamo nulla, a maggior ragione, della supposta primitiva crosta terrestre, con tutto ciò che di storia romanizzata fu scritto intorno ad essa ed ai vapori di una primitiva atmosfera. Ma sappiamo, questo sì, che ad un certo momento si cominciarono a svolgere sul globo processi analoghi agli attuali; e con essi il così detto duello — che è, piuttosto, il comporsi di due diversi ordini di fenomeni — tra forze endogene, telluriche, e forze esogene, alimentate dall'energia solare.

E ad un certo momento, la grande apparizione: la vita. Come? Lo sa Iddio solo. Quando? Forse, molto all'ingrosso, qualcosa come un miliardo di anni fa, se la nostra macchina del tempo non ci fa dire troppo grossi spropositi.

Quali poterono essere i prischi abitatori? Piante di certo, e verosimilmente alghe marine, che ad un qualche momento della loro storia giunsero ad accumularsi in guisa tale da rivelarsi oggi con masserelle carboniose. Forse ancora ad alghe, ma incrostanti, si possono riferire strutture calcaree (fig. 1) del pari intercalate a sedimenti di remotissima età; mentre altre strutture più tarde fanno pensare a organismi animali, come spugne o idrozoi (fig. 2).

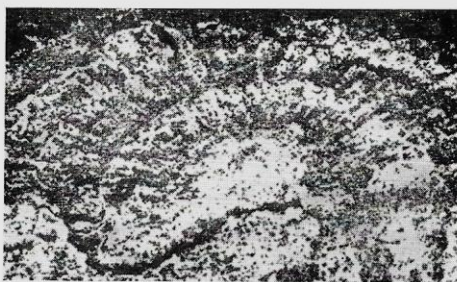


Fig. 2. - *Atikokania Lawsoni*, organismo attribuito alle Spugne. Sezione trasversale esposta agli agenti atmosferici. Ingr. 2. Precambriano inferiore del Canada (Geolog. Survey Canada).

Vi faccio grazia delle riflessioni legate al problema insolubile dell'origine della vita e delle prime forme di essa. Ma non così per l'altra grande incognita, il passaggio dalla vita acquatica alla vita terrestre. Troppo si bada, in proposito, agli animali cosiddetti superiori; troppo si insiste sulle prime orme di tetrapodi, risalenti al periodo devonico. Ma non v'ha dubbio che assai prima dei vertebrati, almeno aracnidi e prima ancora vermi e non sappiamo quali altre schiere di esseri giunsero alla vita terrestre; e che una fauna subaerea presuppone una base vegetale da cui possa trarre alimento.

Per milioni di anni dobbiamo certo immaginare isole e continenti, pianure e montagne, assolutamente deserti: terre squallide e nude che ci danno un senso di desolazione, come di un mondo estinto, quasi lunare — ed era invece un mondo giovane, che si apprestava a ricevere e sviluppare fecondi germi di vita.

Ma venne pure il tempo in cui sulle terre ignude si stesero pennellate di verde sempre più appariscenti. Presero possesso del suolo piante cellulari di organizzazione via via più complessa; e con la multiforme loro attività biologica e con il disfacimento dei loro corpi vennero ad inserirsi nella vita del globo. Quali fossero, non sappiamo e non sapremo mai, perchè non lasciarono nè potevano lasciare riconoscibili avanzi. Ma restano le tracce dell'azione chimicamente dissolvente, fisicamente conservatrice e protettiva, della copertura vegetale; di cui il rigoglio e il declino si traducono in alternanze di sedimentazioni diverse, troppo trascurate fin qui. Il tema sarebbe allettante, ma non è il momento di svolgerlo. Ritorniamo, se non vi spiace, agli eventi che si svolsero sul globo in quei tempi così remoti: le prime glaciazioni, le prime montagne, le pri-

me effusioni di lave, le prime concentrazioni minerali.

Le glaciazioni. - A più riprese nelle formazioni arcaiche si trovano intercalate morene di fondo, consolidate in roccia compatta, ma riconoscibili senza esitazione, tanto più che talora posano su rocce levigate e striate. E il fenomeno si ripete nella serie paleozoica (fig. 3). Cogliamone il significato più generale: non è vero che il differenziarsi dei climi sia fenomeno tardivo nella storia terrestre. Climi uniformi non ci furono mai. E del resto la logica vuol la sua parte. Le cause astronomiche della zonatura dei climi son fattori troppo determinanti per poter venire annullati.

Riflettiamo solo un istante a ciò che una glaciazione significa. Dilagare di ghiacci su aree sconfinite, estendersi di paesaggi polari fino alle medie latitudini, inferire di acque diluviali sul resto, coste avanzare e bassifondi emergere per l'abbassamento dei mari: la terra presa tutta quanta da un mutare di scena quale nessun regista avrebbe osato pensare. E in questa scena mutevole spostarsi, quando ci sono, i viventi, e migrare in altitudine e in latitudine inseguendo il clima ad essi propizio; con ritmo lento in sè, ma a cui una ripresa accelerata darebbe carattere di sconfinati tappeti mobili per la copertura vegetale, e per gli animali di innumeri torme in fuga tumultuosa.

Le montagne. - Troppo importante l'argomento per dirne solo poche parole. Lo rimandiamo a poi. Ricordiamo soltanto che i nuclei antichissimi dei continenti mostrano tutti nel basamento arcaico pieghe e rivolgimenti profondi, nei quali abbiamo la prova che tutte le più antiche masse sedimentarie furono più volte assoggettate a corrugamenti intensi e trasformazioni cospicue; di necessità riconducibili a effetti di parossismi

orogenici, sorgere di catene montuose, demolizione progressiva di queste fino a spianamento totale. Fenomeni già in atto nelle epoche indicate come

da una densa rete di spaccature profonde, e da queste ora traboccare a gran fiotti correnti immense di lava, ora alternarsi i trabocchi a esplosioni

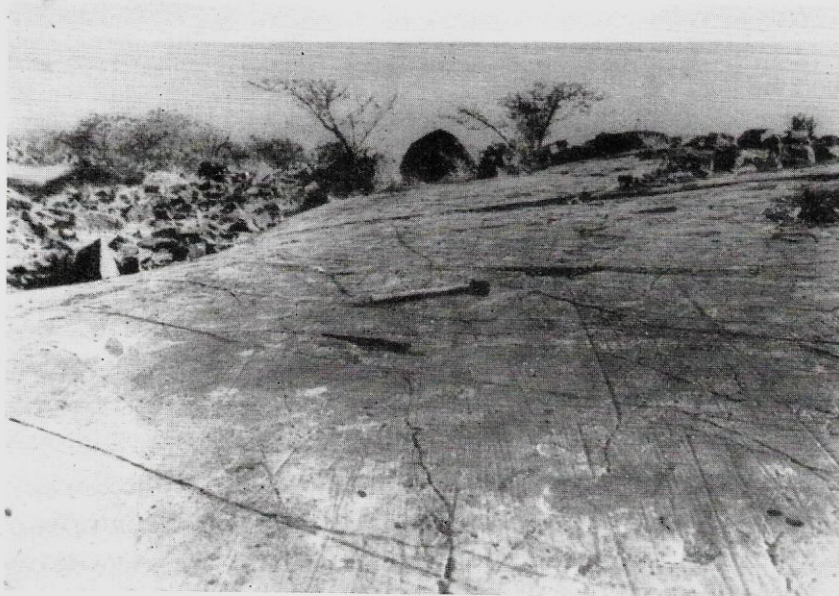


Fig. 3. - Superficie levigata e striata di roccia quarzitica sotto la morena permo-carbonifera presso Durban (Africa Australe).

più antiche dal nostro orologio geologico (fig. 5).

Le effusioni di lava. - In uno col sorgere delle montagne, un intenso lavoro nel laboratorio interno del globo diede sfogo sin dai tempi più remoti a liquefazione di parti interne della crosta, a salire e iniettarsi di magmi verso la superficie, a fiammeggiar di vulcani. Quel primo vulcanismo, in luogo di accentrarsi in camini craterici, si espanse in forma di eruzioni labiali. La formula è semplice, facile a ritenersi, e avviene anche in tal caso di ripeterla meccanicamente.

Ma pensiamoci un poco. Supponiamo l'intera pianura del Po intersecata

accompagnate da nuvole nere di cenere e lapilli - schiuma e brandelli di lava scagliati in alto dai vapori e ricadenti come piogge e gragnuole infocate. E tutto estendersi fino a coprire l'intera pianura; e continuare a ripetersi, sovrapponendo come coltri stratificate (fig. 4) emissioni a emissioni, fino a colmare tutta la gran Valle Padana dalle creste delle Alpi al crinale dell'Appennino. Non saremmo ancora a una decima parte di quanto avvenne durante una fase del precambriano nel Canada, e si ripeté assai più avanti negli Stati Uniti, nell'India, nell'Etopia, nell'Atlantico settentrionale, sempre in proporzioni inimmaginabili e con una terribilità senza pari.

I metalli. - Sotto il guscio sottile della crosta, nel laboratorio inaccessibile e immenso delle profondità terrestri, non erano (nè sono) distribuiti in modo uniforme i diversi elementi nati dalla materia primordiale; e nei tanti crogioli, per così esprimermi, che vi si venivan formando, la miscela sostanzialmente una nei componenti fondamentali, conteneva in proporzioni assai varie quei componenti accessori — sopra tutto metalli — di cui avidamente cerchiamo le concentrazioni. E a concentrarli concorse tutto un insieme di fenomeni, provvidenzialmente intesi a questo fine comune.

Si potè condensare talora, anche in misura assai larga, il fiato profondo esalato dalle bocche vulcaniche; ma più sovente i sotterranei alambicchi conclusero tutto quanto il lavoro nei recessi profondi. Il corpo

di Gea, la madre Terra, prolifera escrescenze di masse magmatiche — corpo e sangue suo — che penetrano nella sua cute — la crosta. Sono questi i crogioli di cui dicevamo, che reminiscenze mitologiche han fatto chiamare plutoni, e che pian piano si consolidano, col fluir dei millenni, in una sorta di armatura dermica: corpi magmatici bene spesso imponenti, capaci di allinearsi anche per duemila chilometri come lungo le Ande cilene.

Fin dalle prime ère, ogni ciclo di convulsioni telluriche dà tali reazioni. E in ogni ciclo, sparsi nella massa consolidata, o secreti alla sua periferia, o spinti a impregnare le rocce avvolgenti, o insufflati nelle spaccature, o elaborati dall'incessante lavoro delle calde acque profonde, minerali metallici si formano e si adunano: quei minerali che un lontano,



Fig. 4. - Il Monte Gara Mullata (m. 3200) in Etiopia, costituito da sovrapposizione di lave e tufi vulcanici stratoidi (Foto M. Gortani).

lontanissimo giorno, resi accessibili dall'erosione e dalle dislocazioni, serviranno ai bisogni o ai capricci dell'uomo. Così come saranno per lui gli accumulamenti, che verranno più tardi, di combustibili fossili e di altri prodotti cui daranno origine milioni di generazioni di esseri viventi. *Tantae molis erat humanam condere gentem!*

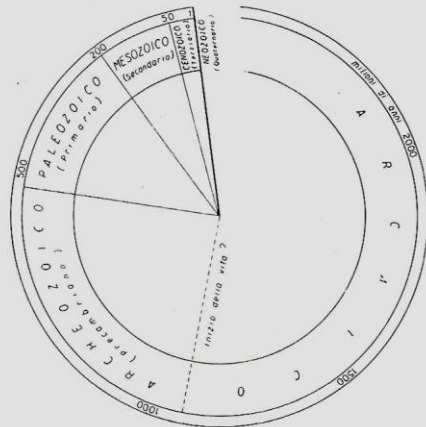


Fig. 5. - L'orologio geologico. Gli spazi dati alle singole ère sono proporzionali alla loro durata, calcolata in base al rapporto piombo-uranio.

Risalirebbe a un mezzo miliardo di anni addietro il tempo in cui pressochè tutti i tipi di invertebrati cominciarono a lasciare avanzi fossili riconoscibili al nostro esame. E vien fatto di pensare che già nel cambriano anche vertebrati primitivi esistessero, dato l'assai notevole grado di specializzazione che i più antichi pesci conosciuti, siluriani, avevano già conseguito. E così delle piante, in cui non può essere che apparente la monotonia che, a differenza del mondo animale, sembra persistita tanto a lungo, fino al devonico, stando alle povere nostre cognizioni di paleofitologia.

Da allora, comunque, quale meraviglioso, ininterrotto succedersi di sem-

pre diverse e infinitamente variate « belle d'erbe famiglie e d'animali », differenziate così da popolare tutto lo spazio, tutti i recessi di quest'aiuola terrestre! Succedersi veramente meraviglioso e nell'insieme e nei particolari strutturali e funzionali anche più delicati, che il procedere degli studi discopre e chiarisce. Meraviglioso sopra tutto per l'armonioso concatenarsi, intrecciarsi, incastrarsi delle parti innumerevoli di questo immenso organismo della vita; e per il non deflettere mai dall'armonioso equilibrio per mutare di tempi e di eventi, e nonostante il continuo rinnovarsi e mutare delle forme viventi, di cui ciascuna ha il suo ufficio, e scomparendo lascia ad altre di compierlo, nell'infinitamente molteplice e vario complesso orchestrale del mondo vivente.

Concerto a cui taluno è sordo, e male per lui; ma che per tutti aveva ben definito il poeta, associandovi anche il mondo inorganico:

... le cose tutte quante
han ordine tra loro, e questa è forma
che l'universo a Dio fa somigliante,

ossia alla

...Provvidenza, che cotanto assetta
con l'armonia che tempera e discerne.

(Par. I, 103-5, 121, 78).

Come da padre in figlio si trasmette la fiaccola della vita, così di tappa in tappa dell'evoluzione vegetale ed animale si trasmettono i compiti che debbono assicurare il perenne concento in sempre nuovi sviluppi della sinfonia universale. E fin che un motivo perdura, ogni creatura novella, ogni nuovo prodotto dell'evoluzione viene a prendere il posto di uno che lo ha preceduto e che è scomparso o si è messo in disparte.

Mi è sfuggita la parola « evoluzione ». Ma quale altra usare, di fronte alla realtà documentata della interminabile graduale successione del-

le flore e delle faune? Chi preferisce pensare ad una creazione continua (dal dilemma non si sfugge), non riflette che di questa la prima non è se non la più ovvia manifestazione?

al posto delle scogliere a rudiste, e le alghe calcaree affiancate o sostituite ai corallari nel costruir le scogliere destinate a diventare, uno o due milioni di secoli appresso, le

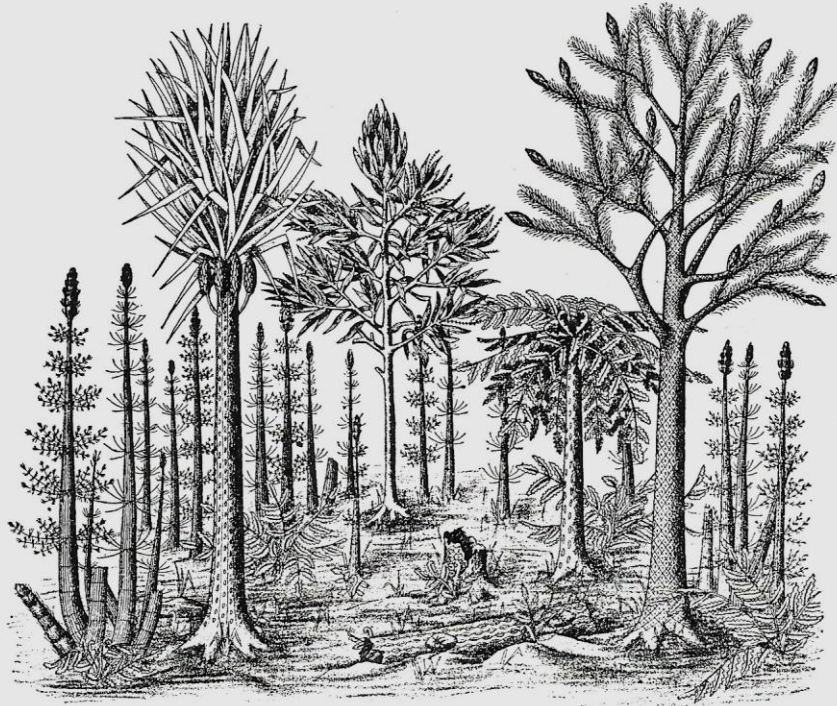


Fig. 6 - Paesaggio forestale del periodo carbonifero: ricostruzione (da Chamberlin e Salisbury).

Purtroppo, di cotesto continuo susseguirsi di attori nell'immenso scenario del mondo, noi siamo in grado di cogliere soltanto alcuni aspetti, alcuni momenti, come di un film che ci fosse giunto a brandelli.

Non basta, per intenderne il motivo e la trama, ricordare il sostituirsi nell'economia naturale dei mammiferi ai rettili, e di questi in parte agli anfibi; delle angiosperme alle gimnosperme, e di queste alle crittogame vascolari; dei lamellibranchi ai brachiopodi; degli esacoralli ai tetracoralli e ai tabulati, e di questi alle archeociatine; e i banchi di nummuliti

Dolomiti alpine. Non basta questo, dicevo, perchè non si colgono in tal modo che note staccate del poema eterno, che in ciascun momento risuona dal mondo intero dei viventi e dall'intero mondo fisico nel continuo suo divenire.

Ai problemi posti dal sorgere dei nuovi gruppi di viventi si accompagnano gli enigmi dell'estinzione dei gruppi ormai superati. La storia della terra ne è piena; e se istintivamente ci colpisce di più la scomparsa quasi repentina di organismi vistosi, come i dinosauri e i lepidodendri, non

sarebbe da naturalisti considerare i grandi rettili o le lycopodiali gigantesche con occhio diverso dalle ammoniti o dalle graptoliti o dalle giroporelle.

Le quante volte mi sono indugiato a riflettere sul declinare e il morire delle specie, dei generi, di intere famiglie e di interi ordini, non ho potuto a meno di mettere in parallelo il ciclo vitale degli individui con quello delle stirpi, e di pensare ad una scenescenza che fatalmente le porti a sterilità o debolezza insanabile. Non mi persuade il riferimento causale a mutate condizioni geografiche, perchè i supposti profondi rivolgimenti delle condizioni ambientali sono di solito o meramente ipotetici, o di gran lunga inadeguati. Migrazione e non distruzione di gruppi seguirono alle pur notevoli oscillazioni climatiche del quaternario antico; e comunque per i viventi nel mare vi fu sempre libertà piena di scelta fra le più varie condizioni d'ambiente su vastissime aree. Nè mi persuade l'ipotesi dell'insorgere e svilupparsi in gran numero di organismi nemici, se non in quanto finisca per ricadere nelle conseguenze dell'affievolita resistenza costituzionale. Appoggiano il mio convincimento due ordini di fenomeni, che sovente precedono l'estinguersi dei gruppi, e cioè da un lato il moltiplicarsi delle strutture specializzate più spinte, dall'altro la permanenza di caratteri infantili allo stato adulto. — Ma debbo convenire che all'idea di una fatalità di scenescenza contrasta il persistere di forme attraverso lunghi periodi geologici: di forme anche progredite come non dico le lingule e le pleurotomarie, i nautili e gli scorpioni, ma perfino pesci come *Coelacanthus* e *Ceratodus*, e gimnosperme come le *Gingko*. La contraddizione è innegabile, e ci insegna una volta di più quanto sia ardua l'interpretazione anche grossolana e som-

maria dei fenomeni della vita organica.

Ma non siamo più fortunati con i fenomeni della vita fisica del globo. Prendiamone uno, che gli organismi stessi ci additano: i climi temperati che durante la prima metà dell'era terziaria permettevano il prosperare di palmizi nell'Europa centrale, di querce magnolie e *Taxodium* fin nella Groenlandia settentrionale e allo Spitzberg. Sono tali reperti compatibili con l'attuale posizione geografica di quelle terre? Li possiamo spiegare con supposte variazioni generali del clima, o s'impone il ricorso ad oscillazioni dell'asse terrestre od a spostamenti delle masse continentali? Non ostante le molte obiezioni e incertezze, noi propendiamo per l'ultimo ordine di ipotesi; tenuto presente che non ancora l'orogenesi alpina aveva dato al geosinclinale mediterraneo la poderosa stretta finale con le relative conseguenze su la posizione reciproca dei continenti.

Siamo così entrati, per una delle tante vie che sfociano in esso, nel vivo di un problema che ha multiple forme aspetto ed a cui altri si intreciano.

Prescindiamo pure dai tanti enigmi che offre la distribuzione attuale e passata degli organismi, e che Alfredo Wegener e seguaci risolvevano manovrando a piacere il deus ex machina di un'ipotesi unica e semplice, e che perciò appunto ebbe gran voga. Ma non possiamo negare peso alla più persuasiva delle loro costruzioni: il tracciato della fascia equatoriale nel periodo antracolitico, fascia che abbraccia tutta la cintura dei grandi giacimenti di carbone del mondo, fiancheggiata da aride zone tropicali con estese plaghe evaporitiche e plaghe desertiche (fig. 7). Ricostruzione che, anche a prescindere dal raggruppamento delle masse continentali così come Wegener lo ha

immaginato, permette altresì di rendere meno inesplicabile la grandiosa glaciazione permo-carbonifera estesa dal Sud-Africa all'India e all'Australia da un lato, all'America meridionale dall'altro. Non dunque *la deriva*

ma anche dalle recenti campagne talassografiche, mercè l'uso dell'ecometro sempre più sconvolgenti le idee che avevamo sui fondi oceanici.

L'esistenza di valli sottomarine, che anche lungo le coste italiane

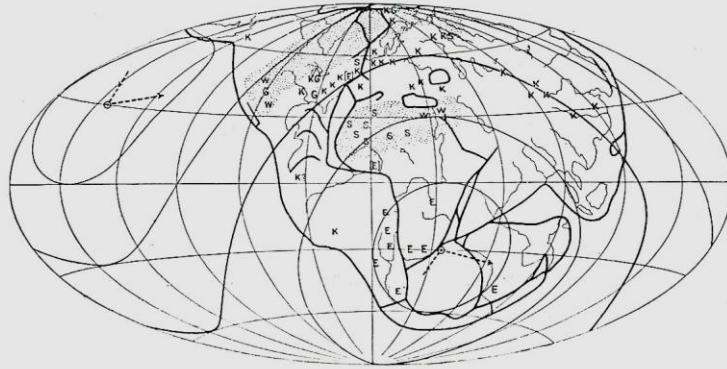


Fig. 7. - Posizione dei continenti nel Carbonifero Superiore, sec. Wegener: *K* depositi di carbon fossile; *S* depositi di salgemma e *G* di gesso; *W* aree desertiche, punteggiate; *E* depositi glaciali.

di Wegener, ma *una deriva*, o meglio mobilità di continenti, si inserisce tra i fenomeni che nella storia della terra sembrano essere realmente avvenuti.

Ma se i fatti geologici ci persuadono ad ammettere simili traslazioni di masse crostali, renderne conto è più difficile oggi che trenta o quaranta anni fa. Non sono, come allora, sostenibili le conseguenze estreme della isostasia, postulata come un equilibrio delle zolle continentali galleggianti sopra un substrato plastico, nel quale si sarebbero immerse quanto è voluto dallo spessore delle zolle e dalle differenze di densità fra esse ed il substrato. La crosta granitoide, lungi dall'essere per intero raccolta nelle zolle continentali, si stende su ampie zone del fondo oceanico; altipiani corrispondenti a parti di antiche piattaforme abrase fino al nucleo arcaico, si trovano sollevate fino a grandi altezze; sprofondamenti di cospicua entità sono indicati non soltanto dal progresso delle scienze geologiche,

incidono lo zoccolo continentale fino a 2000 e 3000 metri di profondità, non è spiegabile senza dislocazioni recenti di vasta portata, che non possiamo certo riportare tutte (come è stato supposto) ad una flessura marginale dei continenti, e che ci inducono in ogni modo a concetti di spostamenti verticali male conciliabili con le idee che ci eravamo fatti sulle condizioni di equilibrio della crosta terrestre.

Ci andiamo così orientando verso una risposta per lo meno dubbiosa circa la vecchia disputa sulla persistenza o meno degli oceani e dei continenti. E dobbiamo allora porre mente a ciò che la non persistenza, anche se parziale, significa riguardo alla mutevole capacità delle parti depresse in cui si raccolgono le acque oceaniche, e quindi al mutevolissimo livello della superficie del mare. Ci dobbiamo fare una mentalità nuova, che può sembrare e magari essere in parte un ritorno all'antico, ma

che avvia la nostra mente a meglio adeguarsi alla inimmaginabile grandiosità degli eventi che hanno preceduto e accompagnato la comparsa dell'uomo, e a meditare sulla caducità delle cose anche apparentemente più salde.

Ma che sono i continenti, nella loro fondamentale ossatura, se non un fitto addensamento di pieghe e pieghettature della litosfera, più o meno scolpite o smantellate o addirittura spianate dall'erosione, ma insomma di più o meno antiche rughe montuose? E come si formano codeste rughe? Queste rughe, che ai piccoli mortali sono volta a volta barriera insuperabile ed asilo, fonte di vita e insidia mortale, luogo di esistenza penosa e di ritemprante sollievo, elevazione dello spirito e faticata conquista; queste rughe dove si accumulano i minerali e da cui scaturiscono i fiumi, dove i viventi trovano limiti invalicabili, prima o poi, a misura che ci si innalza, fino alla divina purezza delle nevi eterne; queste rughe, lo sappiamo, rispetto alla terra son nulla più che le tenui scabrosità di un guscio d'uovo: quando son grandi, una millesima parte del raggio terrestre. È vero; ma è anche vero che rispetto alla crosta — a questa sottile buccia del pianeta, — le catene di monti sono ben altro, e ci si palesano quali segni che il pianeta vive. Come viva; come e perchè di tempo in tempo crisi violente squassino la crosta e ne sconvolgano in onde accavallantisi in mille modi le parti più esterne, noi non sappiamo, e forse non sapremo mai.

Oltre un centinaio di ipotesi sono state proposte. Enumerarle può esser noioso, come ogni elenco che sa di catalogo freddo o di archivio muto. Ma quanto potrebbero prender bellezza e aspetto e moto e vita se prospettate, come sono in realtà, quali visioni e panorami di convulsioni

immense avvenute o possibili del pianeta che tanto si presenta stabile allo sguardo comune! Immaginiamo una serie di diorami o di scene da televisione.

Un geoide fortemente schiacciato, che l'eterna canzone delle maree per virtù dell'interno attrito frena e rallenta nel suo turbinò, e che prende sempre più aspetto e figura di globo, mentre la crosta tormentata dalla crescente inarrestabile deformazione qua si spiega e si impenna in lunghe catene e grovigli di monti, e altrove si lacera con spaccature immani da cui erompono fiotti giganteschi di lava.

Oppure, con risultati analoghi, scivola l'intera crosta sullo sferoide terrestre, ovvero cambia di posto l'asse di rotazione, e muta quindi la sede degli schiacciamenti polari e del gonfiore equatoriale, e mutano insieme, con portentosi effetti, le zone dei climi e l'equilibrio dei mari.

Altre sequenze partono dal globo incandescente che il raffreddamento finisce per coprire di una crosta eterogenea sempre più consistente, come la scoria di un immenso involucro di lava esteso a tutta la terra. Prosegue il raffreddamento, e il globo s'impiccolisce un poco, e la crosta non vi può più aderire senza incresparsi, e le cresse son le rughe montuose che si moltiplicano e s'infittiscono a misura che il tempo trascorre e il contrarsi del globo si accentua.

Altrove si vede la crosta sollevarsi in lunghe serie di pustole o tumori o bollosità, colossali per altezza e per estensione, gonfiata dal dilatarsi di masse enormi forzate a discendere da zone esterne a zone interne più calde, ovvero dalle spinte intensissime di ingorghi magmatici o anche di magmi attivi, simili a sotterranei serbatoi immensi di lava premuta da tensioni formidabili di gas e vapori. E dalla sommità e dalle spalle delle bollosità enormi, scivolar giù lo spesso man-

tello dei sedimenti come il manto di una bella donna, nude lasciando le fattezze del solido corpo; e scivolando arricciarsi e spinger le sue pieghe fino a distanze più o meno grandi, propagando le ondulazioni dell'arriciatura come crespe regolari o grovigli di pieghe e poderosi accavallamenti di coltri. A variare la scena, altri tumori si spaccano, e dalle inmani ferite — come in Africa su di una lunghezza che è sei volte l'Italia — sgorga e si sponde il sangue lavico del nostro pianeta.

Ma un altro tipo di raffigurazione ci attende. Qui la crosta terrestre non è più un tutto unitario, non è più una *coccia*, come dice il popolano di Pascarella. Vera crosta sono i continenti soltanto, e simili ad iceberg sconfinati navigano l'oceano immenso del magma rappreso che avvolge tutta la terra, che li sostiene e nel quale pescano per decine di migliaia di metri, come si conviene a natanti di sì fatta mole. La resistenza al movimento è grandissima, non però infinita; cede sotto uno sforzo di natura continua. Il miracolo della straordinaria navigazione si compie. E si arriccia il bordo prodiero delle zattere immense, mentre si sfrangia il bordo di poppa, lasciando dietro di sé uno strascico di festoni.

Allorchè navigano l'una verso l'altra, serrano in una formidabile stretta i sedimenti accumulati davanti a loro, ed esse stesse s'inarcano: dove erano larghi bracci di mare sorgono catene di monti, e quando le masse avanzanti si affrontano giungono persino a incastrarsi fra loro, com'è dell'India Pakistana contro il nodo possente del Pamir, vero tetto del mondo. Oppure si allontanano di nuovo, e ritorna il mare a dividerle, come è del Mediterraneo formatosi ancora una volta dopo il grande urto fra l'Africa e il continente europeo.

Ma la storia è troppo bella per esser vera, o almeno per esser vera

del tutto. E per toglierle un poco l'aspetto di fiaba, le varianti non mancano.

Non più limitata ai continenti la crosta solida, bensì avvolgente tutta la Terra. Ma divisa come uno sconfinato mosaico in blocchi vari di spessore e di resistenza, sorretti da un substrato viscosissimo, ma a suo modo plastico. Non raffigurabile come un uniforme oceano sotterraneo di lava, ma come un mezzo denso, eterogeneo, che per differenze di temperatura e pressione insensibilmente si muove. Correnti lentissime ma potenti, trascinan seco le zone crostali, un po' come i ghiacciai trascinan con sé le morene; fiamme immense, in apparenza immobili, ma che nel volger dei millenni camminano, si intrecciano, si avvolgono nei loro moti anche verticali, qua sollevando e là abbassando le grandi zolle, altrove inghiottendone come in giganteschi risucchi, e facendone arricciare, accatastare, accavallare la copertura. Questo complicato gioco, da immaginare svolto su scala mondiale, spiegherebbe tante cose, compreso il capriccioso distribuirsi dei valori della gravità in relazione con l'assai varia distribuzione delle masse di peso diverso superficiali e profonde.

Ma siamo pur sempre pel mondo di una sia pur ragionata fantasia. E ancora la fantasia ci presenta un altro modello. Come la pila atomica sviluppa calore mercè il disfacimento accelerato di sostanze capaci di disintegrarsi, altrettanto fa lentamente ma continuamente la scomposizione naturale dei minerali radioattivi contenuti nella crosta terrestre. È questa fonte perenne di calore che vieta di mantenere la vecchia idea seducente della contrazione terrestre per raffreddamento, pilastro della geologia di mezzo secolo fa.

Ora vi è chi pensa alla possibilità di un calore generato in quantità maggiore di quello disperso nello spa-

zio, e via via immagazzinato attraverso i milioni di secoli, sino a fondere parti più o meno estese della crosta; e qui l'immaginazione corre da iniezioni a fuoruscite di magmi e al vasto affondarsi di interi continenti, e da questo, con meccanismo complicato, al corrugarsi dei loro margini in rughe di monti... e ralleghiamoci che gli effetti della pila atomica terrestre si fermino qui.

Fantasie? Sì; ma non già vane chimerie. Cerchiamo di non immiserire lo spirito. Non s'è fatta una schedatura meccanica d'ipotesi, ma una raccolta preziosa d'idee. Ognuno dei processi naturali a cui si è pensato, ognuna delle costruzioni teoriche che hanno affaticato gli spiriti, prende lo spunto da fatti concreti. Ha quindi in sè una parte del vero, e con sè trascina un imponente corteo di fenomeni che hanno una grandiosità senza pari. Basta riflettere al risultato finale: a quell'incresparsi della scorza terrestre che solleva fondi oceanici all'altezza delle nevi eterne, e terre baciata dal sole inabissa nel regno di Plutone, e altre sommerge sotto coltri di grandezza smisurata, e interi continenti sconvolge e travolge e sposta ed accresce o frantuma!

Vi è di che eccitare la fantasia; di un'esaltazione che non smarrisce ma eleva.

Alla mente del geologo il paesaggio si anima, e gli parla. Ogni pietra, ogni forma di costa o di monte o di valle gli racconta la sua storia, rievocando per lui e facendogli nuovamente scorrere sotto gli occhi le vicissitudini della sua storia e del suo divenire.

Rocce ignee che fanno spinger lo sguardo non nelle ignote viscere della terra, ma nelle per noi profonde latebre della sua scorza; lave e tufi che parlano di scomparsi vulcani; sedimenti che narrano le sequenze straordinariamente varie e complesse della loro genesi; fossili che rievocano ambienti biologici della più svariata natura; strutture che palesano gli effetti di formidabili spinte; giaciture che vanno dalle mutazioni più blande agli accavallamenti e scorrimenti più ardui; testimonianze che ci riportano a quando le cime erano incappucciate e le valli ricolme di ghiacci; forme che attestano, e fan rivivere, scoscender di masse o attacco di marosi o scosciar di torrenti o dilagar di fumane: è tutto un mondo che sembra morto agli altri, e rivela al geologo la sua vita perenne.

Così all'archeologo parlano i ruderi antichi e le civiltà sepolte. Così le urne interrogate rispondono al poeta:

... e tutta narrerà la tomba
Illo rasa due volte e due risorta
splendidamente su le mute vie
per far più bello l'ultimo trofeo
ai fatali Pelidi.

Il mito si affianca alla storia. Non per noi, geologi, le vicende umane; ma la storia del mondo, che non ancora ha il suo poeta.

Ma che dico? Anima di poeta ha scritto il Libro dei libri. Anima di poeta che levava lo sguardo alla Luce.

MICHELE GORTANI

*Istituto di Geologia
Università di Bologna*