



I S E M P R E V E R D E

PRETTO OLINTO DE



Lo spirito dell'universo

ATHENA
EDIZIONI

Athena Edizioni ti regala questo libro in formato cartaceo, stampato e spedito gratuitamente a casa tua. Infatti per ogni libro acquistato dal sito potrai scegliere un libro della collana Sempreverde in omaggio. Visita edizioniathena.it per maggiori informazioni.

CAPITOLO I.

Teoria meccanica dell'Universo.

Secondo la teoria meccanica, tutti i fenomeni dell'Universo, nessuno eccettuato, devono la loro origine ad azioni meccaniche che si manifestano nella materia costituente i corpi in causa di forze provenienti dall'esterno.

L'attrazione, la coesione, l'affinità chimica, l'elettricità, il magnetismo, la stessa forza vitale e tutte le forze e manifestazioni che hanno l'apparenza di risiedere nel seno della materia, sia dei corpi inorganici, che organici, vegetali o animali, devono ritenersi prodotte direttamente o indirettamente da una forza esterna, universale, infinita che riempie tutti gli spazi e penetra

nell'interno di tutti i corpi.

Le azioni meccaniche a cui si riducono tutti i fenomeni dell'Universo, sono basate su due principi o elementi fondamentali la *materia* o per meglio dire la *massa*, ed il *movimento*.

Non sarebbe infatti esatto adoperare la parola materia, poichè se immaginiamo la materia veramente inerte, cioè spoglia di tutte le sue proprietà e attributi i quali tutti dipendono da movimenti, ciò che rimane non è più la materia, ma la massa, la quale deve immaginarsi che esista, anche spoglia di qualsiasi movimento.

Riassumo dall'opera: *La matière et la physique moderne* per J. B. STALLO, che avrò campo di citare più volte nel corso di questo mio lavoro, i principî fondamentali su cui si basa la teoria meccanica o che possono dirsi una conseguenza della stessa.

Convien premettere che non tutti questi principi sono accettabili nel senso assoluto, poichè lo stesso attributo dell'inerzia applicato alla materia, deve essere considerato in senso più che altro relativo, dato il concetto moderno della materia stessa: ciò comprenderemo meglio più innanzi.

Ecco adunque i principi fondamentali della teoria meccanica:

I. Gli elementi primari, i risultati ultimi dell'analisi scientifica sono la: massa ed il movimento.

II. La massa ed il movimento sono distinti. Il movimento può passare da una massa ad un'altra massa, restando questa sempre la medesima, sia in riposo che in movimento.

III. La massa ed il movimento sono costanti.

Da tali principi si giunge ai seguenti corollari:

Tutti i fenomeni che può presentare la massa, dipendono esclusivamente dal movimento e perciò la *massa è inerte*.

La *massa è omogenea* poichè l'eterogeneità corrisponde a differenza e ogni differenza è causata da un movimento.

"Queste proposizioni (STALLO, opera citata) formano la base di tutta la teoria meccanica. Esse hanno l'assenso universale dei fisici contemporanei e devono essere riguardate come gli assiomi fondamentali delle scienze fisiche moderne".

A queste proposizioni bisogna aggiungere l'ipotesi della costituzione molecolare e atomica dei corpi, secondo la quale la *massa non è continua ma è un aggregato di unità inalterabili*.

Si hanno poi altre quattro proposizioni che in aggiunta al principio della conservazione della massa e del movimento, formano il fondamento

della teoria *atomo-meccanica*:

I. *Le unità elementari della massa essendo semplici sono uguali sotto tutti i rapporti.*

II. *Le unità elementari della massa sono assolutamente dure e inelastiche, ciò in conseguenza della semplicità che esclude ogni movimento delle parti.*

III. *Le unità elementari della massa sono assolutamente inerti e per conseguenza puramente passive, non potendo avere alcuna azione mutua fra loro all'infuori di uno spostamento reciproco determinato da un impulso esterno.*

IV. *Ogni energia detta potenziale è in realtà motrice. Con la parola energia nel linguaggio scientifico moderno si designa una causa di movimento, ma un movimento non può provenire che da un altro movimento e convertirsi ancora in*

altro movimento. Una energia dovuta alla sola posizione è impossibile.

A tutti questi principî noi possiamo aggiungere ancora queste considerazioni importantissime.

Il passaggio di un movimento da una massa ad un'altra massa, non può avvenire che per contatto, cioè per urto, e così si può dire che ogni azione fisica sia determinata da urto, poichè ogni azione a distanza deve ritenersi impossibile.

In natura non vi ha trazione ma solamente urto e, come dice il Newton: ogni forza è non soltanto *vis impressa* ma *vis a tergo*.

CAPITOLO II.

L'attrazione e sua causa.

L'attrazione è quella forza¹ per la quale i corpi tendono ad avvicinarsi e cadere l'uno nell'altro. Tale forza però non si rende manifesta quando si consideri fra corpi di volume limitato altro che con mezzi delicati, mentre è evidentissima fra i corpi e la Terra, e in questo caso l'attrazione dicesi gravità.

Si tratta sempre di una stessa forza e soltanto la grande differenza nella intensità dipende dall'enorme grandezza della Terra.

Per la stessa forza stanno uniti al Sole in orbite

¹ Vedremo poi come in questo caso il termine "forza" sia improprio.

immutabili i pianeti del nostro sistema e tutte le stelle ed i sistemi dell'Universo.

Passando poi dall'infinitamente grande all'infinitamente piccolo, è sempre la stessa forza che mantiene la compagine dei corpi, trattenendo saldamente raggruppati atomi e molecole.

Questa unica forza adunque, si chiama attrazione o gravitazione, gravità, coesione e anche affinità, secondo le condizioni in cui si considera.

Che tale forza possa dipendere da una virtù intrinseca propria della materia, si ha sempre dubitato, ma tale convenzionalmente si considera, quando se ne vogliono studiare le leggi.

Il Descartes nella sua ipotesi cosmogonica, ammette che i pianeti siano trascinati nella loro corsa da un elemento che riempie lo spazio e le orbite dei pianeti stessi, sarebbero causate da specie di vortici di questo fluido in movimento. Il

centro di questi vortici sarebbe il Sole, intorno al quale ruotano presso a poco nello stesso piano i varî pianeti. I pianeti a loro volta, come Giove, Saturno, la Terra, sarebbero centri di vortici minori, ai quali sarebbero dovute le orbite dei rispettivi satelliti. Esempi di vortici accompagnati da vortici minori e secondari si hanno anche nell'aria.

Il Descartes, venuto prima di Newton, spiegava in tal modo la forza per cui stanno uniti nelle loro orbite i pianeti al Sole ed i satelliti al loro pianeta, ma tale concetto è ben differente da quello vero e reale che ci vien dato dalla grande scoperta del Newton.

Anche la gravità dovrebbe, secondo l'ipotesi cartesiana, dipendere da questi vortici della materia celeste che riempie lo spazio. Per la coesione, il Descartes dà una spiegazione che non risponde a quella della vera attrazione fra particel-

la e particella.

Secondo il Descartes infatti, il legame fra le particelle di un corpo non dipende da un cemento o da una virtù o forza particolare, ma dal fatto che le varie parti sono in riposo le une rispetto alle altre. Cosicchè, la coesione e quindi la resistenza che oppongono le particelle dei corpi a staccarsi le une dalle altre sarebbe una specie di inerzia.

Il Newton scoprendo le leggi della gravitazione fece crollare l'edificio cartesiano, ma quel grande scienziato rinunciò a ricercare la causa da cui poteva dipendere l'attrazione.

Ecco come il Newton si esprime riguardo a questa forza occulta:

"Che la gravità sia innata, inerente ed essenziale alla materia per modo che un corpo possa agire su di un altro corpo a distanza, attraverso il

vuoto e senza alcun intermediario che trasmetta tale azione o forza dall'uno all'altro, è per me un'assurdità sì grande che mi pare impossibile possa in essa cadere un uomo atto a trattare argomenti filosofici....

"Io ho spiegato fino a qui i fenomeni celesti e quelli delle maree, per mezzo della gravitazione, ma non ho assegnato in nessun luogo la causa di questa gravitazione. Questa forza viene da qualche causa che penetra fino al centro del Sole e dei pianeti, senza nulla perdere della sua attività: essa non agisce secondo la grandezza della superficie (come le cause meccaniche), ma secondo la quantità della materia, e la sua azione si estende da tutte le parti a distanze immense, decrescendo nella ragione inversa dei quadrati delle distanze.

"La gravità verso il Sole è composta della gravi-

tà verso ciascuna delle sue particelle....

"Io non sono ancora riuscito a dedurre dai fenomeni la ragione di questa proprietà della gravità e non immagino ipotesi.

"Basta che la gravità esista e che agisca secondo le leggi che noi abbiamo esposto e che possa spiegare tutti i movimenti dei corpi celesti e quelli del mare" (H. FAYE, *Sur l'origine du Monde*).

L'ipotesi cartesiana dei vortici non resse di fronte alle leggi scoperte dal Newton, ma tuttavia il Descartes fece fare un gran passo alla scienza con le sue idee sulla materia. Per lui non vi ha in natura che materia e movimento, e la materia poi è una sola, cioè tutta eguale a sè stessa, e le proprietà che la distinguono sarebbero dovute a divisioni e movimenti vari. In natura non vi ha vuoto; l'aria che circonda la terra è un fluido sotti-

le ma materiale; più sottile ancora è la materia in movimento che riempie lo spazio celeste. Ma vi è un primo elemento più delicato, l'etere, di cui le parti imponderabili sono animate da movimenti straordinariamente rapidi (vibrazioni, ondulazioni). Tutti gli elementi non hanno proprietà particolari o specifiche; è sempre la stessa materia più o meno divisa, più o meno agitata (FAYE, opera citata).

Non tutte le idee di Descartes sono oggi accettabili, ma rimane ad ogni modo il principio cartesiano dell'inerzia della materia, che si deve accettare fino alle sue ultime conseguenze.

Accettato tale principio fondamentale, bisogna escludere *a priori* che l'attrazione dipenda da una forza intrinseca della materia e quindi si viene all'inevitabile conclusione che dipenda da una forza esterna. Di qui la necessità di un agente, di

un fluido che agisca esternamente, comunicando alla materia la tendenza ad attrarsi.

Ma la necessità di tale agente che risiede fuori della materia e che riempie lo spazio, già ammesso, come vedemmo, dal Newton, è inevitabile anche se si ammettesse che l'attrazione sia una forza propria della materia, non potendosi altrimenti concepire come l'attrazione stessa possa trasmettersi da un corpo ad un altro. L'esistenza di un fluido, detto etere, fu già ritenuta indispensabile per spiegare la trasmissione della luce e del calore attraverso gli spazi.

Il Newton, sebbene in certo modo rinunciasse a ricercare la causa dell'attrazione, mostra d'avere tuttavia profondamente intuito le funzioni dell'etere, ch'egli chiama con felice espressione *spirito dell'Universo*. Ecco come ne parla (FAYE, opera citata): "...questa specie di spirito sottilissimo che

penetra a traverso tutti i corpi e che è nascosto nella loro sostanza; è per la forza e l'azione di questo spirito che le particelle dei corpi si attirano mutuamente alle più piccole distanze e che aderiscono allorchè sono contigue; è per tale agente che i corpi elettrici agiscono a distanze più grandi tanto per attrarre che per respingere i corpuscoli vicini, ed è sempre col mezzo di questo spirito che la luce emana, si riflette, si rifrange e riscalda i corpi; tutte le sensazioni sono eccitate e le membra degli animali sono mosse quando la loro volontà lo ordina, mediante le vibrazioni di questa sostanza spiritosa che si propaga dagli organi esteriori dei sensi lungo i filamenti solidi dei nervi, fino al cervello ed in seguito dal cervello ai muscoli. Ma queste cose non si possono spiegare in poche parole; non si fecero ancora sufficienti esperienze per poter determinare esattamente le

leggi secondo le quali agisce questo spirito universale".

Questo è quanto scriveva il grande Newton, divinando col suo genio le cause dell'attrazione e la natura dell'agente dal quale è determinata, ma dopo d'allora, in quasi tre secoli, il problema non fece un passo di più verso la sua soluzione.

Non è esagerazione però se si afferma che tale problema è il più importante di tutta la scienza, poichè si tratta di spiegare la causa di quella forza misteriosa che domina tutto l'Universo.

Non è a dire che non se ne sia tentata la soluzione, ma è certo che è argomento ostico alla pluralità degli scienziati, dal quale volentieri rifugono non ostante la sua importanza capitale.

E pure come si può essere paghi di tanto cammino fatto dalla scienza quando questa rimane muta davanti a questo problema fondamentale e

che sembrerebbe il più elementare? Infatti la gravità, cioè il peso, è il fenomeno più evidente e costante dei corpi, tanto che siamo abituati a considerarlo insito nella materia, come una sua emanazione. Dall'attrazione dipende l'esistenza degli astri, anzi di tutta la materia: l'acqua, l'aria da cui dipende la vita non esisterebbero sulla Terra.

Tutte le forze sono in perenne conflitto colla forza attrattiva che è, si può dire, la sovrana dell'Universo. La nostra stessa vita non è che una continua aspra battaglia contro questa forza fatale dominatrice che non dà tregua, ci accascia da vecchi e trionfa, colla nostra morte.

La ricerca della causa di tale forza s'impone come un debito verso la scienza, che si può paragonare ad un grandioso edificio cui manchino le fondamenta.

Tanti sforzi inutili per la ricerca della grande in-

cognita hanno reso la maggioranza degli studiosi scettici e indifferenti per questo problema, ostico poichè sterile di risultati, ed ecco perchè possono anche oggi risorgere i vecchi pregiudizî della forza propria della materia e dell'*actio in distans*, essendo pur necessaria una risposta qualunque all'incognita che inceppa ogni progresso scientifico.

Newton ha indicato la via da seguire e da quella non conviene discostarsi ed è necessario per ciò avere la mente sgombra da preconetti e da pregiudizi che possano venire dall'educazione e dall'ambiente in cui viviamo.

Quale è dunque la causa dell'attrazione? Per poter affrontare un tale problema con qualche speranza di successo, bisognerebbe poter rispondere prima ad un'altra domanda: *che cos'è l'etere?*

Da un tale fluido infatti, senza alcun dubbio ha origine l'attrazione e si propaga negli spazi, poichè a nessuno che non sia accecato da vieti pregiudizi, può sorgere il dubbio che l'attrazione non abbia origine da forze esterne e che non vi sia un agente propagatore che mantenga in rapporto indissolubile gli astri fra di loro, ed i corpi in rapporto colla Terra da cui sono attratti.

Il problema è adunque doppio: cerchiamo prima una risposta alla domanda: *che cosa è l'etere?*

Sarà possibile penetrare questo mistero? Quante risposte, quante soluzioni furono tentate per questo fluido, di cui si è sempre intuita l'esistenza, fino dalla più remota antichità!

Trovato da prima necessario per spiegare la trasmissione della luce attraverso gli spazi siderali, fu invocato più tardi quale agente da cui de-

vono avere origine le molteplici attività, per le quali la materia si manifesta ai nostri sensi.

Un fluido che riempie gli spazi, per mezzo del quale si trasmettono le vibrazioni luminose colla incommensurabile velocità della luce e che non offre la benchè minima resistenza al movimento degli astri, dovrebbe essere di una mobilità e di una tenuità per così dire infinite, e tale concetto fondamentale fu, si può dire, accettato da tutti.

Senonchè gli studi di Maxwel e di altri tenderebbero a sconvolgere completamente tale concetto, poichè fino a tanto che si ammetteva che la trasmissione della luce dipendesse da vibrazioni longitudinali, il primitivo concetto dell'etere si prestava ad una spiegazione, ma quando fu scoperto che la luce si trasmette mediante vibrazioni trasversali, sarebbe risultata invece la necessità di ammettere l'etere tutto all'opposto, cioè di una

rigidità perfetta, da paragonarsi a quella del più duro acciaio.

Della strana antitesi fra i due concetti del misterioso fluido potremo, io credo, trovare una spiegazione, ma intanto è certo che la conclusione giunse inattesa agli studiosi che rimasero sorpresi e smarriti. Infatti, come è possibile spiegare il movimento degli astri negli spazi occupati da un tale etere rigido? Ma anche di ciò avremo una spiegazione.

Più recentemente la teoria degli *elettroni* aprì nuovi orizzonti e nuove vedute, ma pure si può asserire che non ostante l'innegabile progresso scientifico, contrariamente ad ogni legittima aspettativa, si rende sempre più oscuro ed incerto il problema dell'agente universale che domina l'Universo. E infatti, questa è una conseguenza inevitabile del sistema seguito finora, di subordi-

nare il concetto dell'agente attivo a fenomeni secondari, modificandolo volta per volta a seconda dei punti di vista speciali o dei fenomeni particolari che giorno per giorno possono venire in luce.

Evidentemente il punto di partenza per lo studio dell'etere deve essere un altro: vi ha infatti in natura un fenomeno assai più importante di qualsiasi altro, inseparabile, essenziale dei corpi e di tutta la materia: tale fenomeno è l'*attrazione*. La luce è in suo confronto un fenomeno affatto secondario e quasi accidentale, che richiede condizioni particolari di una data temperatura della materia e che dipende da vibrazioni speciali forse molto complicate dell'etere: lo stesso dicasi del calorico raggiante, dell'elettricità o del magnetismo, che a loro volta richiedono condizioni speciali di un corpo caldo o elettrizzato, ecc.

Il problema deve essere risolutamente posto

nei suoi veri termini senza preoccuparsi dei fenomeni secondari: *come agisce l'etere per dare origine all'attrazione e come deve essere perciò costituito.*

Trovata una risposta soddisfacente a tale domanda, la spiegazione del rimanente sarà forse più facile.

La teoria meccanica deve esserci di guida per tale indagine.

Per quanto sia in uso, parlando dell'etere, valersi del termine *fluido*, si comprende come debba esservi una differenza assai marcata fra un fluido qualunque liquido o gassoso e l'etere, e tale differenza dipende, oltre che dall'estrema, infinita tenuità dell'etere, dal suo carattere fondamentale, che consiste nella completa indipendenza dalle leggi della gravità e dell'attrazione, dipendendo tale forza dall'etere stesso da cui è generata.

L'etere propaga, oltre l'attrazione, anche la luce, ma i due fenomeni devono essere bene distinti. Nel caso della trasmissione della luce e del calore, l'etere non è che un agente passivo, poichè la luce emana dal corpo luminoso, comportandosi l'etere in modo analogo all'aria quando trasmette il suono, cioè le vibrazioni di un corpo sonoro. Invece nel caso dell'attrazione, il fluido che figura di essere il propagatore è in realtà l'agente attivo, il generatore dell'attrazione, la quale si riduce puramente ad una spinta dell'etere.

Ciò non corrisponde invece al concetto volgare convenzionale dell'attrazione. Supposto infatti che l'attrazione sia una forza propria della materia, l'etere interposto fra due corpi che si attraggono, dovrebbe agire, per intendersi con un'immagine materiale, alla guisa di una corda

tesa, mentre la forza di attrazione che si suppone risieda nella materia costituente i corpi, si potrebbe paragonare ad un argano a cui si avvolga la corda per avvicinare i due corpi. Nel caso della gravità la forza che abbiamo paragonata all'argano risiederebbe nell'interno della Terra, e siamo infatti tanto abituati a considerare che la forza di gravità che determina la caduta dei corpi risieda realmente nella Terra, che il paragone della corda tesa e dell'argano ci dà realmente la fedele immagine del fenomeno della gravità, come s'intende comunemente.

Ma tale concetto è però, come s'è detto, completamente errato: la forza d'attrazione non risiede nei corpi e così pure dicasi della gravità, la quale non risiede nella massa della Terra. La forza è esterna e risiede ovunque nello spazio, anzi l'attrazione considerata come forza in sè non esi-

ste, ma solo esiste l'energia dell'etere, la quale entra in azione spingendo le particelle e gli ammassi di materie gli uni verso gli altri, in causa di una rottura di equilibrio, fra le spinte eguali e contrarie, di cui spiegheremo più innanzi il meccanismo.

Ma seguiamo nella nostra indagine dei caratteri principali che si devono ammettere nell'etere.

Una definizione molto precisa, poichè dà una vera idea delle funzioni dell'etere, vien data dal defunto Generale OLIVERO², il quale definisce l'etere: "forza che riempie il cosmo, non definita ancora nella sua azione, che si qualifica forza vibrante ripulsiva di sè stessa e della materia".

In virtù di questa azione ripulsiva, l'Olivero am-

² "Bollettino della Società Geologica Italiana",
Vol. XII, 1893.

mette che l'etere tenda ad agglomerare la materia e, come avremo campo di dimostrare, ciò risponde alla realtà.

Possiamo intanto tener conto del suo carattere più marcato e quasi diremo visibile, che ci è reso manifesto dalla trasparenza di alcuni corpi; infatti se i raggi luminosi che dipendono da vibrazioni dell'etere, passano attraverso certi corpi, come il cristallo, è segno che tali corpi, anche se di apparenza tanto compatta, sono ripieni fra le molecole di cui sono costituiti di tale fluido, il quale può propagare le vibrazioni luminose attraverso la loro massa.

Del resto, l'essere un corpo non trasparente alla luce non vuol dire che sia anche impenetrabile alle vibrazioni d'altra natura; vediamo infatti i raggi X, oscuri pel nostro occhio, passare liberamente attraverso certi corpi opachi.

La trasparenza per la luce è poi affatto relativa allo spessore del corpo che si considera, poichè bastano pochi decimetri o qualche metro di spessore della sostanza la più trasparente, perchè la trasparenza cessi, mentre invece si deve ammettere che le vibrazioni eteree, nella loro forma che chiameremo semplice ed originale, senza cioè che siano modificate da fenomeni caloriferi, luminosi, ecc., si propaghino attraverso qualunque ammasso di materia, determinando i caratteri fondamentali della materia stessa, attrazione, coesione, ecc.

Tanto un gas che lo stesso etere non possiamo immaginarli che formati di particelle piccolissime, con la differenza che quelle dell'etere sono perfettamente libere, non obbediscono cioè nè all'attrazione nè alla gravità, mentre quelle del gas sono soggette a tali forze. Le particelle

dell'etere penetrano, come abbiamo veduto, liberamente nell'interno dei corpi, fra molecola e molecola e fra atomo e atomo, non solo, ma nell'interno degli atomi stessi, poichè l'atomo non rappresenta l'estremo limite di divisione della materia, ma è a sua volta composto di particelle ancora più piccole e collegate saldamente e indissolubilmente.

Data l'esistenza di queste particelle ultra atomiche, ultimo limite della divisibilità della materia, non ostante la grande differenza che esiste fra materia ed etere, si potrà forse ritenere che nella loro intima essenza questi due elementi fondamentali dell'Universo siano un'identica cosa; ma di ciò vedremo più avanti.

Le particelle dell'etere sono soggette ad un continuo movimento vibratorio rapidissimo.

L'etere deve essere considerato come il serba-

toio e l'agente universale di tutta l'energia dell'Universo. L'espressione più semplice, il primo elemento di tale energia è rappresentato da una particella che si muove in linea retta, interamente libera a sè stessa, senza essere influenzata da forze esterne che possano in modo qualsiasi influire sulla sua traiettoria e sulla sua velocità. Tale particella dovrà muoversi in linea retta indefinitamente, senza perdere della propria velocità, conservando la forza viva di cui è animata. L'energia di tale particella sarà rappresentata dalla formula mv^2 , cioè dal prodotto della massa pel quadrato della velocità.

In tale formula elementare, indicataci dalla teoria meccanica, si compendia interamente il concetto dell'etere e dell'energia che esso rappresenta, prescindendo per ora del valore che potranno avere m e v , cioè la massa e la velocità

della particella. Basterà immaginare un aggregato di tali particelle tutte in condizioni analoghe di massa e di velocità, tutte libere interamente a loro stesse, fino a che dall'incontro di altre particelle si modifichino le rispettive direzioni del movimento, e noi avremo l'immagine esatta, completa, dell'etere, senza nulla togliere o aggiungere. Tale ci viene suggerita dalla teoria meccanica, la quale ci offre quest'unica soluzione, e credo che non avremo motivo di modificarla nel corso del nostro studio.

CAPITOLO III.

Teoria meccanica dell'attrazione.

Dopo quanto abbiamo svolto nel precedente capitolo, vediamo come si possa spiegare meccanicamente l'attrazione.

L'etere adunque è costituito di particelle perfettamente libere ed indipendenti le une dalle altre, le quali non obbedendo a fenomeni di attrazione, per l'impulso della forza innata inesauribile ed eterna di cui sono dotate, percorrono traiettorie rettilinee non interrotte che in sèguito all'incontro di altre particelle provenienti da altre direzioni.

In seguito all'urto che ne avviene, riprendono nuova direzione e ciò senza alcuna perdita della forza viva iniziale.

Ogni particella d'etere rappresenta una quantità di forza viva che si esprime colla formola mv^2 , forza viva che può ritenersi rilevante poichè se la massa m per la sua estrema piccolezza potrà considerarsi infinitamente piccola, per contro la velocità v , senza alcun dubbio assai più grande della velocità della luce, potrà considerarsi infinitamente grande. Così nella formola mv^2 se il prodotto diminuirà con la massa m in ragione semplice, aumenterà invece con v^2 in ragione del quadrato.

Così l'effetto degli urti delle particelle eteree sugli atomi della materia moltiplicati per l'infinito numero delle particelle in azione, potrà ritenersi assai grande e tale da dar ragione dell'attrazione, della coesione e dell'immensa somma di energia rappresentata dal fluido universale.

Si può immaginare che ogni particella d'etere

rappresenti un raggio proveniente in linea retta dall'infinito e che lo spazio si trovi tutto intersecato da un numero infinito di particelle in movimento, cioè di tali raggi provenienti da ogni punto dello spazio e secondo infinite direzioni.

Tale sarebbe l'etere che riempie tutto lo spazio

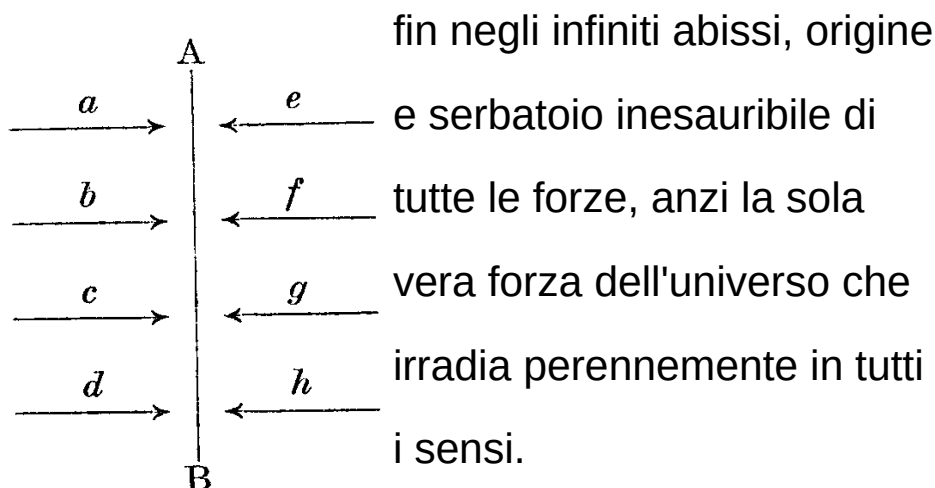


Fig. 1.

Premesso tutto ciò, vediam

mo se si possa giungere a spiegare l'attrazione:

Immaginiamo un piano nello spazio rappresentato in sezione dalle linee AB (fig. 1) e supponiamo che tale piano sia affatto impenetrabile alle vibrazioni dell'etere, per modo che non possano

propagarsi attraverso lo stesso e le vibrazioni di un lato rimangano in tal modo isolate e separate da quelle dell'altro lato.

Consideriamo le vibrazioni normali al piano rappresentate dalle frecce *a, b, c, d, e, f, g, h*.

Le particelle e cioè le irradiazioni eteree, percuotendo il piano, determineranno infiniti urti e quindi una pressione tanto da un lato quanto dall'altro del piano medesimo, ed essendo tali pressioni uguali e contrarie, si elidono, ed il piano ipotetico resterà immobile.

Ora, vicino e di fronte al piano AB (fig. 2) immaginiamo un altro piano uguale CD, parimenti impenetrabile alle vibrazioni eteree.

In questo caso le condizioni cambieranno, chè i due piani non si

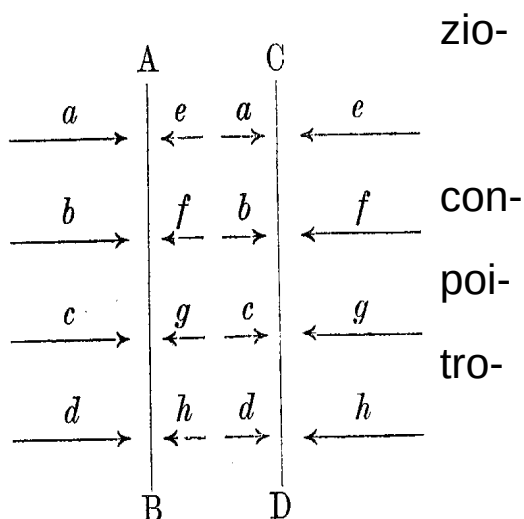


Fig. 2.

veranno più nelle condizioni di equilibrio. Infatti il piano AB, che aveva da prima le spinte a, b, c, d , a cui facevano equilibrio le spinte e, f, g, h , si troverà con le sole spinte di un lato, poichè le spinte e, f, g, h saranno arrestate dal piano CD. Lo stesso avviene col piano CD, al quale mancheranno tutte le spinte a, b, c, d , trattenute dal piano AB. Così i due piani saranno spinti l'uno contro l'altro.

Noi abbiamo considerato le sole spinte normali ai piani, ma è chiaro che anche le spinte oblique con la loro risultante raggiungono lo stesso effetto.

Se i due piani fossero immersi in un liquido o gas in pressione, è evidente che non sarebbero affatto spinti l'uno contro l'altro e ciò perchè le pressioni si propagano in ogni senso.

Ciò deve aiutarci a bene comprendere la differenza che passa fra i gas e l'etere.

L'azione affatto speciale dell'etere si spiega per essere questo, come già vedemmo, un aggregato di particelle affatto libere a loro stesse e indipendenti, senza il legame dell'attrazione e che unicamente ubbidiscono alla forza viva di cui sono animate.

Con l'esempio supposto, il meccanismo dell'attrazione si ridurrebbe, come si vede, ad essere molto semplice; ma i due piani supposti non rispondono certo alla realtà delle cose, poichè sappiamo come i corpi siano, al contrario, perfettamente permeabili e trasparenti alle vibrazioni dell'etere.

I corpi infatti sono un aggregato di molecole composte di atomi e questi, a loro volta, sarebbero composti di particelle elementari infinitesime. Fra questi elementi costituenti i corpi, l'etere spazia liberamente, trasmettendo le proprie vibrazio-

ni fin nel più interno della massa e anche oltrepassandola, quasi che il corpo non esistesse.

Ma ciò evidentemente non è in modo assoluto; l'aggregato della materia offre uno schermo alle vibrazioni dell'etere e da ciò deve nascere l'attrazione. La trasparenza si spiega perchè tanto le molecole quanto gli atomi permettono il passaggio delle vibrazioni, ma ciò deve escludersi, quando si consideri la particella elementare, la quale non può essere attraversata dalle vibrazioni dell'etere.

Ciò premesso, vediamo come si possa spiegare l'attrazione:

Immaginiamo un punto A (fig. 3), materiale nello spazio, corrispondente alla particella elementare ultra atomica. Se lo spazio è ripieno

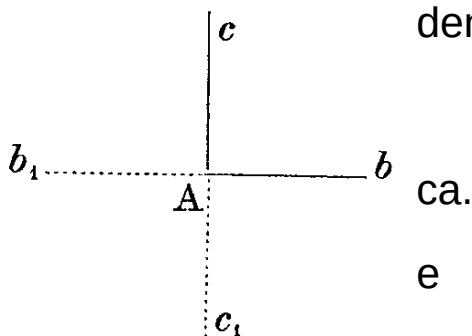


Fig. 3.

percorso in tutti i sensi dalle irradiazioni rettilinee dell'etere, verso il punto materiale, convergeranno da tutti i punti dello spazio le vibrazioni, come i raggi di una sfera, verso il suo centro. Consideriamo un raggio A, b , dell'etere: si può immaginare che tale raggio, cioè la particella vibrante, venga ad urtare contro il punto A , il quale ne impedisce la propagazione al di là, nella guisa istessa che un corpo opaco intercetta i raggi luminosi, proiettando un'ombra nella direzione opposta. Per tal modo da A verso b_1 , lungo la punteggiata resterà eliminato il raggio $b A$; lo stesso avverrà di un altro raggio $c A$ che non potrà propagarsi al di là verso c , e così dicasi di tutti gli infiniti raggi convergenti verso il punto A .

Si può immaginare che il punto A corrisponda al centro di una sfera cava, la di cui superficie interna sia in ogni punto uniformemente luminosa.

Il punto centrale sarà tutto intorno illuminato, ma ogni raggio che incontra il punto sarà intercettato con una proiezione d'ombra al di là, ombra che non potrà formarsi, venendo eliminata dalla luce proveniente da tutti gli altri punti. Rimanendo nel modo indicato intercettati tutti i raggi convergenti verso il punto A, si avranno per conseguenza eliminati tutti i corrispondenti raggi divergenti dal punto stesso.

In tali condizioni la particella spinta in tutti i sensi con forze uguali rimarrebbe immobile.

Nelle condizioni della particella elementare ora supposta si troverebbero tutte le particelle elementari della materia costituente i corpi.

Ora esaminiamo in quali rapporti vengano a trovarsi fra di loro due di tali particelle AA_1 poste l'una vicina all'altra.



Fig. 4.

Evidentemente l'equilibrio delle spinte che agiscono su ciascuna delle due particelle verrebbe rotto.

Come nel caso dei due piani che abbiamo supposto più indietro, il raggio bA , posto nel prolungamento della retta che congiunge i due punti, non sarà equilibrato da altro raggio opposto, perchè questo sarà trattenuto dalla particella A_1 , e lo stesso dicasi di b_1A_1 al quale mancherà la controspinta proveniente da A .

Così mancando l'equilibrio, le due particelle verranno spinte l'una contro l'altra, come se tutte le altre spinte che le sollecitano con forze uguali e contrarie non esistessero.

In tal modo avrebbe origine la forza che vien detta attrazione, parola veramente non troppo

appropriata, perchè presuppone che si tratti di una forza propria della materia che richiama a sè altra materia, mentre invece, come si vede, la materia è affatto passiva, provenendo la spinta dall'esterno.

In modo analogo alle due particelle ora supposte, è facile immaginare in quale rapporto si trovino fra di loro tre, quattro e più particelle. Ognuna di queste si troverà con ciascun'altra negli identici rapporti della coppia descritta e potranno essere mille e anche un numero infinito le particelle con le quali una singola particella si consideri in rapporto; non avverrà alcun esaurimento dell'energia attrattiva che spinge tutte quelle particelle verso l'unica che consideriamo, poichè si tratta di un'energia esterna rappresentata da altrettanti raggi eterei, tutti uguali fra di loro e che, tutti concordi, tendono allo stesso scopo.

Per vedere se l'ipotesi da noi proposta possa dare una giusta accettabile spiegazione dell'attrazione, vediamo se non sia per avventura in contraddizione colle leggi fondamentali dell'attrazione stessa.

Abbiamo questa prima legge:

L'attrazione di un corpo sopra un altro corpo non dipende dalla massa del corpo attratto, ma è la medesima, qualunque sia tale massa, purchè le distanze siano uguali. Così Giove trovandosi a pari distanza dal Sole e dalla Terra, sebbene la massa del Sole sia trecentomila volte quella della Terra, pure l'attrazione di Giove sul Sole è esattamente uguale a quella della Terra, facendo muovere entrambi di un egual numero di centimetri e frazioni di centimetro per secondo.

Questa legge vale anche per la gravità, poichè già sappiamo che i corpi, siano pesanti o leggeri,

nel vuoto cadono con eguale velocità.

Vediamo come si possa spiegare questa legge, e, per intenderci meglio, stiamo al caso speciale del peso.

La differenza di peso specifico dei corpi deve dipendere da maggior o minor grado di costipamento della materia in uno stesso volume. Un corpo solido o liquido che evapora dando luogo alla formazione di un gas che è, poniamo, mille volte più voluminoso, mantiene nel nuovo stato lo stesso peso di prima, avendo anche nei due stati ugual numero di particelle; l'unica differenza è che dette particelle, cioè le molecole, sono, allo stato gazzoso, molto più allontanate.

Questo esempio vale pel cambiamento di stato, ma dobbiamo considerare due corpi di differente natura chimica e di differente peso atomico.

Si deve ammettere, come già vedemmo, che

gli atomi siano composti di particelle elementari infinitesime, uguali per tutte le sostanze e unite indissolubilmente per formare gli atomi. Ciò corrisponde al concetto cartesiano della materia. Il vario modo di aggruppamento, il vario numero ed il differente modo di vibrare delle particelle elementari costituenti l'atomo, determinano i vari caratteri dei differenti corpi semplici.

Ognuna delle particelle elementari costituirebbe l'unità di attrazione e, nel caso speciale della gravità, l'unità di peso.

Queste particelle adunque, spinte tutte colla stessa forza verso la Terra, peserebbero tutte ugualmente, e dal loro vario numero, cioè dal minore o maggior grado di addensamento, dipenderebbe la densità differente delle varie sostanze.

Ammesse queste particelle elementari di egual peso, si spiega facilmente che un corpo centrale

che attrae deve attirare colla stessa forza e quindi collo stesso effetto di velocità per secondo, a distanze uguali, tanto una particella che un'altra, o infinite altre, siano queste separate le une dalle altre, o aggruppate assieme per formare un corpo, siano diradate per formare un corpo di basso peso specifico o addensate per formarne uno di peso elevato.

Nel nostro caso, ogni particella elementare rappresenta una unità di resistenza per lo schermo che essa offre alla trasmissione delle onde dell'etere, nella direzione del corpo attraente. Ciò equivale all'unità di peso e all'unità di attrazione.

Convieni però spiegare le parole *attrarre* e *l'essere attratto*.

Nel concetto che si ha nella pratica, dell'attrazione un corpo attrae un altro corpo per quella forza o virtù che emana dal corpo attraente; inve-

ce la cosa è tutta diversa.

La particella a (fig. 5) attrae la particella b per la



Fig. 5.

spinta che quest'ultima riceve dall'esterno. Così la tendenza o forza che avvicina b ad a risiede o si estrinseca piuttosto nella particella attratta, mentre la particella a attraente, contrariamente al concetto empirico dell'attrazione, rimane in certo modo inerte, sebbene effettivamente l'effetto sia reciproco.

Un corpo che cade verso la Terra, attratto, come diciamo, dalla forza di gravità, viene in realtà spinto dalla forza proveniente dall'esterno e che

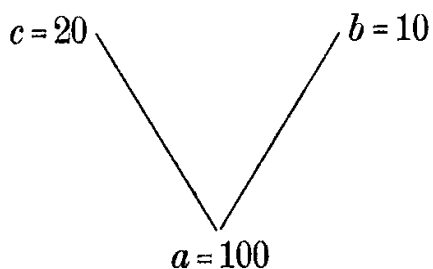


Fig. 6.

ha origine per la presenza della Terra, la quale intercetta i raggi dell'etere, che andrebbero altrimenti a fare equilibrio ai

raggi che agiscono all'esterno del corpo attratto.

Ciò premesso, ritornando alla prima legge, sebbene non abbia mi pare più bisogno di dimostrazione, possiamo immaginare un corpo *a* (fig. 6) composto di 100 particelle, il quale abbia ad uguale distanza un corpo *b* con 10 particelle e *c* con 20.

Ognuna delle particelle di *b* si troverà con ognuna delle 100 particelle componenti il corpo *a*, nei rapporti della coppia già accennata, e quindi ogni particella delle 10 del corpo *b* riceverà dall'esterno 100 spinte, e tutto assieme il corpo *b* riceverà $10 \times 100 = 1000$ spinte che tenderanno ad avvicinarlo ad *a*. Così pure ognuna delle 20 particelle che compongono *c*, riceverà 100 spinte e quindi, complessivamente, *c* riceverà $20 \times 100 = 2000$ spinte che tenderanno ad avvicinarlo ad *a*. Quindi un corpo di numero doppio di particelle,

cioè di massa doppia di un altro, sarà spinto con forza doppia con effetto identico pei due corpi.

Seconda legge:

L'attrazione è proporzionale alla massa del corpo attraente, purchè le distanze dei corpi attratti siano uguali.

Spiegata la prima legge, questa seconda non ha quasi bisogno di dimostrazione. Valga la fig. 6 e consideriamo i due corpi *b* e *c* che attraggono il corpo *a* equidistante.

Ogni particella delle 100 che compongono il corpo *a* riceverà nella direzione di *b* 10 spinte e quindi *a* sarà spinto verso *b* da una forza rappresentata da $100 \times 10 = 1000$.

Invece nella direzione del corpo *c* ogni particella di *a* riceverà 20 spinte, per cui tutto il corpo *a* sarà spinto verso *c* da una forza rappresentata da $100 \times 20 = 2000$ e cioè con forza doppia del

corpo c , che ha un doppio numero di particelle, cioè una massa doppia di b . Così l'attrazione è proporzionale alla massa del corpo attraente.

Terza legge:

L'intensità dell'attrazione varia in ragione inversa del quadrato delle distanze.

Questo principio, che vale per la luce e per il calore irradiato e in generale per quelle influenze o forze che emanano da un punto e propagandosi sfericamente si diffondono per aree sferiche proporzionali al quadrato delle distanze, non avrebbe per sè bisogno di dimostrazione.

Per comprendere perchè tale legge valga anche per l'attrazione, si deve supporre che il corpo attraente corrisponda ad un punto matematico, e tale supposizione si fa in pratica appunto pegli astri, tenuto conto della loro grande distanza.

Ma bisogna tener conto del meccanismo

dell'attrazione, cioè del suo modo di manifestarsi, poichè se l'attrazione può essere apparentemente paragonata alla luce, la quale emana realmente dal centro luminoso, effettivamente si tratta di una manifestazione tutta diversa, poichè ciò che dicesi attrazione non è, come abbiamo dimostrato, che una spinta a tergo del corpo attratto verso la direzione del corpo detto attraente, che rimane passivo.

La legge enunciata ha però ugualmente il suo valore, come facilmente si può comprendere esaminando la fig. 7.

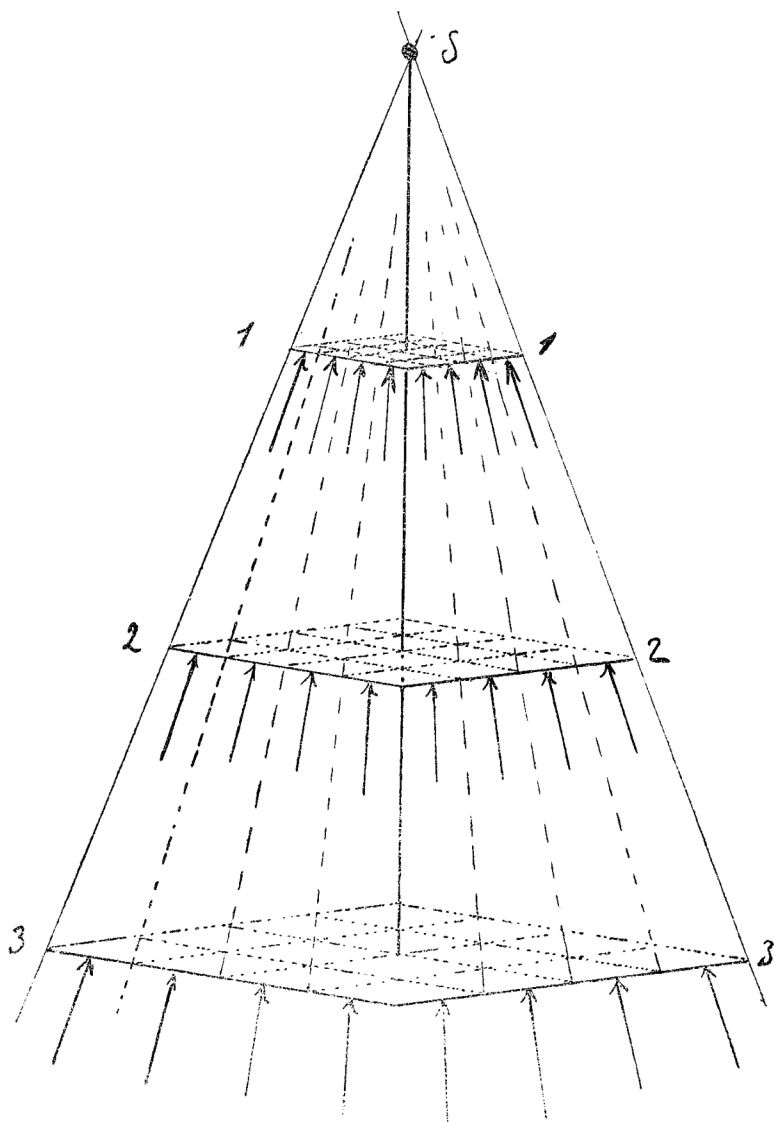


Fig. 7.

Considerando un corpo attratto nella posizione 2 a doppia distanza dalla posizione 1, si può vedere che lo stesso numero di spinte convergenti

verso il punto s , attraente, è distribuito in un'area 2×2 , pari a *quattro* volte l'area di l .

Quando si consideri invece un corpo attratto nella posizione 3, ad una distanza tripla, si può vedere che lo stesso numero di spinte è distribuito su di un'area 3×3 , pari a *nove* volte l'area di 1.

Finalmente considerando il corpo attratto ad una distanza quadrupla, lo stesso numero di spinte è distribuito in un'area 4×4 , pari a *sedici* volte l'area di l .

Così lo stesso corpo che avesse, dalla posizione 1, successivamente a trovarsi a distanza doppia, tripla e quadrupla, verrebbe attratto rispettivamente con una forza di $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$ e $\frac{1}{16}$, ciò che corrisponde alla ragione inversa del quadrato delle distanze.

Si vede adunque che le leggi fondamentali

dell'attrazione si applicano perfettamente alla nostra teoria.

CAPITOLO IV.

L'ipotesi di Le Sage in appoggio alla teoria eterea dell'attrazione. Della teoria cinetica dei gas.

Nella prima edizione di questa Memoria, in una nota in calce a pag. 20, accennai all'ipotesi del Le Sage, la quale suppone l'esistenza di corpuscoli velocissimi, al cui moto (bombardamento) sarebbe dovuta l'attrazione.

Anche il compianto astronomo Schiaparelli, nella sua lettera riportata più avanti, si richiama a tale ipotesi come analoga alla mia per la spiegazione meccanica dell'attrazione.

In questa seconda edizione, avendo potuto raccogliere qualche maggiore notizia su questa stra-

na ipotesi, trovo giusto di accennarvi un po' più diffusamente, anche per le critiche di cui fu oggetto, le quali possono indirettamente ferire anche l'ipotesi eterea per l'indiscutibile analogia meccanica che essa presenta coll'ipotesi di Le Sage.

L'ipotesi di Le Sage³ suppone adunque che lo spazio sia costantemente attraversato in tutte le direzioni da correnti di corpi infinitamente piccoli, con velocità quasi infinita e provenienti da regioni sconosciute dell'universo e che il Le Sage chiama corpuscoli ultramondani. Per la loro estrema piccolezza non si urterebbero che raramente fra di loro e troverebbero libero passaggio attraverso i corpi ordinari, urtando le particelle materiali, sia

3 STALLO, *La matière et la physique moderne* (trad. franc.). Essa fu proposta verso l'anno 1750 (TUNZELMANN, opera citata).

della superficie che dell'interno, per modo che il risultato del loro urto non sarebbe proporzionale alla superficie, ma alla massa dei corpi.

In conclusione, tranne l'agente attivo, si ha molta analogia nel meccanismo di tali corpuscoli per provocare l'attrazione, col meccanismo ammesso dalla mia teoria, ed è strano anzi come il Le Sage, pur essendo così prossimo alla soluzione vera del problema, si sia smarrito in quella sua bizzarra e affatto arbitraria fantasia dei corpuscoli ultramondani, mentre non aveva che da seguire le traccie di Newton per trovare il vero agente attivo della gravitazione.

L'ipotesi di Le Sage tuttavia, per quanto arbitraria, aveva il merito di dare finalmente una spiegazione meccanica veramente razionale del mistero dell'attrazione e noi possiamo perciò dire, che ha spianato in tal modo la via alla teoria ete-

rea.

Infatti Stewart e Tait, nella *The Unseen Universe*⁴, riconoscono a tale ipotesi il merito di contenere almeno i rudimenti della sola teoria fisica sostenibile della gravitazione e soggiungono: "Se la teoria di Le Sage o altra analoga, è una rappresentazione del meccanismo della gravitazione, un colpo fatale è portato a quella forma tranquilla di forza motrice che noi abbiamo chiamato potenziale. Non perchè cessi di esistere una profonda differenza specifica fra essa e l'energia cinetica ordinaria, ma perchè entrambi saranno ormai considerate come cinetiche".

A tale conclusione è forza venire quando si comprenda la teoria eterea, e di ciò avremo occasione di parlare anche più innanzi.

Il Tolver Preston⁵ tentando di ridurre meno arbi-

⁴ STALLO, op. cit., pag. 45.

traria l'ipotesi di Le Sage, propone di togliere ai corpuscoli supposti dal Le Sage il carattere ultramondano per spiegare la gravitazione col postulato della teoria cinetica dei gas. Se viene bene interpretato il pensiero del Tolver Preston, l'ipotesi farebbe un nuovo passo verso la teoria eterea, la quale appunto spiega l'attrazione con movimenti dell'etere analoghi ai movimenti delle particelle dei gas, come vengono ammessi dalla teoria cinetica.

Ma vi ha un'importante obiezione, basata sul principio della conservazione dell'energia, sollevata da Clark Maxwell all'ipotesi del Le Sage⁶: Se i corpuscoli ultramondani che vengono a urtare contro i corpi sono di una elasticità perfetta e rim-

5 STALLO, op. cit., pag. 44.

6 STALLO, op. cit., pag. 43 (C. MAXWELL, *Enciclopedia Britannica*, alla parola *atomo*).

balzano colla medesima velocità originaria, ritorneranno nelle regioni ultramondane con tutta la loro energia originaria, e in tal caso non dovrebbe svilupparsi alcuna azione attrattiva; se invece i corpuscoli non sono elastici o sono imperfettamente elastici, l'energia degli urti opposti che si fanno equilibrio dovrebbe convertirsi in calore, e in tal caso in pochi secondi il corpo, anzi tutto l'Universo materiale verrebbe portato alla temperatura del bianco.

Questa obiezione viene naturalmente a colpire anche la teoria eterea, ma io credo che nel nostro caso non sia difficile confutarla.

Il meccanismo di questo etere, come anche la sua essenza, non potranno non rimanere un mistero per la nostra mente limitata. L'indivisibilità delle sue particelle, che devono considerarsi semplici nel termine più assoluto, è in contrasto

col concetto della loro elasticità, poichè questa dovrebbe dipendere da una deformazione passeggera, cioè da uno spostamento reciproco di parti aggregate fra di loro: ma questo è il nostro concetto, quasi diremo empirico, delle proprietà materiali, mentre nulla possiamo dire e comprendere di questo etere e del modo di comportarsi delle sue particelle infinitamente divise e infinitamente veloci.

Viene opportuno il confronto colla teoria cinetica dei gas, della quale appunto il Maxwell fu uno dei fondatori.

Tale teoria suppone dei movimenti nelle particelle componenti i gas, analoghi a quelli che abbiamo descritto per le particelle dell'etere.

I gas, secondo tale teoria, consistono di particelle (molecole o atomi) le quali sono animate da movimenti rettilinei in tutte le direzioni e che si ur-

tano fra di loro. Tali particelle sarebbero solide, indistruttibili, assolutamente eguali fra di loro, perfettamente elastiche e affatto indipendenti le une dalle altre, per modo che, salvo nell'istante in cui avviene l'urto, non hanno alcuna influenza reciproca le une colle altre.

Come si vede, tali condizioni corrispondono perfettamente a quanto abbiamo ammesso per l'etere; soltanto conviene dire che per l'etere la teoria cinetica ha tutto il suo valore teorico, mentre per i gas non può avere che un valore convenzionale, in gran parte arbitrario.

Infatti è arbitrario, poichè difficilmente potrà ammettersi l'elasticità assoluta, quando si tenga conto che le molecole e anche gli atomi dei gas sono aggregati molto complessi e non punto indipendenti gli uni dagli altri, essendo soggetti alla forza attrattiva ed alla gravità che ne inceppano i

movimenti.

La conservazione dei movimenti cinetici delle particelle ha luogo solo fino a che non intervengano cambiamenti di temperatura e di pressione, ma in tal caso la costanza dei movimenti non è dovuta alla supposta elasticità assoluta delle particelle. Questo deve essere escluso poichè deve ritenersi come assioma che ogni lavoro molecolare dei corpi, sia allo stato gassoso che solido o liquido, domanda un consumo di forza che si risolve in un rallentamento dei movimenti, ove non sia ripristinato dal di fuori.

Siamo, come si vede, molto lontani dal concetto teorico ammesso dalla teoria cinetica dei gas, sul valore della quale è anzi interessante riportare una critica dello Stallo, sebbene la sua critica abbia origine da un punto di vista diverso dal no-

stro. Lo Stallo infatti così si esprime⁷: *Essa non ha nessuno dei caratteri di una teoria fisica legittima. Le sue premesse sono inamissibili, quanto i ragionamenti fondati sulle stesse sono poco concludenti. Essa suppone ciò che pretende di spiegare e dà una soluzione più oscura del problema: essa risolve un'equazione con delle radici immaginarie di quantità sconosciute.*

Sia comunque, si tratti pure di ipotesi convenzionale, è certo che essa ha qualche cosa di vero e perciò ha giovato e giova al progresso scientifico. E per noi ha inoltre questo di buono e cioè, che indica il modo di comportarsi della materia quando sia libera a sè stessa, che non sia inceppata dalla maggior forza attrattiva, che è la coesione. In tali condizioni si trovano appunto i gas che hanno le loro particelle che tendono ad allon-

⁷ STALLO, op. cit., pag. 94.

tanarsi. Per tale tendenza dovuta alla loro forza viva ed alla loro elasticità, trovandosi quasi completamente liberi ed indipendenti, esse assumono, per quanto imperfettamente, i movimenti cinetici caratteristici dell'etere.

Ora ritornando all'obiezione del Maxwell al principio meccanico dell'ipotesi di Le Sage, la quale obiezione viene, come abbiamo detto, a ripercuotersi sulla teoria eterea, non si può a meno di ricordare le pagliuzze nell'occhio e la trave del Vangelo, poichè la stessa obiezione può ritorcersi a maggior titolo contro la teoria cinetica dei gas, della quale il Maxwell fu si può dire il fondatore.

Infatti le supposte particelle solide dei gas che si urtano continuamente fra di loro con velocità grandissima non devono perdere cogli urti parte della loro forza viva, la quale per la medesima ragione abbia a trasformarsi in calore?

Ciò evidentemente non ha luogo. Del resto ad una conclusione analoga si dovrebbe venire per tutto l'Universo, la cui vita è esclusivamente dovuta a movimenti, ed urti, i quali tutti dovrebbero generare calore.

L'obiezione adunque del Maxwell non può avere gran peso, meno che tutto per i movimenti cinetici delle particelle dell'etere, al cui paragone le molecole o gli atomi dei gas sono agglomerati giganteschi inceppati nei loro movimenti.

"Il fatto che un'ipotesi cotanto artificiale e contenente sì gran numero di difetti, scrive testualmente il Tunzelmann, come quella di Le Sage, possa essere stimata meritevole, dopo un lasso di tempo superiore ai dugent'anni⁸ di seria indagine da parte di un così eminente fisico (Lord Kel-

⁸ Veramente sarebbero or appena 170 anni, essendo stata pubblicata verso il 1750.

vin), servirà ad imprimere nella mente del lettore quale e quanta sia l'estrema difficoltà presentata dal problema di formare una rappresentazione dinamica dell'azione di gravitazione".

Ma ciò è chiaro ed evidente poichè tutti intuiscono come l'ipotesi di Le Sage indichi la vera e unica via da seguire. Si può anzi dire che più che un'ipotesi o una teoria, essa debba considerarsi la formula di una vera legge meccanica, secondo la quale ha origine l'attrazione. La gravitazione, che non è che una *spinta a tergo*, "un flusso di spinta", non può spiegarsi meccanicamente che in questo unico modo.

Qualunque altro tentativo che cerchi di spiegare l'azione mutua fra corpo attraente e corpo attratto per mezzo dell'agente universale lungo la retta che unisce i due corpi, non riuscirà mai a nulla: di questo non si dovrebbe dubitare.

La vera ipotesi di Le Sage incomincia coi corpuscoli ultramondani. Qui si ha l'artificio, il quale però cessa quando al posto dei corpuscoli si sostituiscono le particelle dell'etere. Con queste, tutte le difficoltà accessorie devono sparire da sè, poichè la struttura ed il modo di agire dell'etere devono ammettersi, non come possano eventualmente immaginarsi per la spiegazione di fenomeni accessori come la trasmissione della luce o dell'elettricità, ma come è necessario concepirli per lo studio e la spiegazione logica e razionale dell'attrazione, che è il principale anzi fondamentale fenomeno insito della materia.

Qualunque altro tentativo o qualunque altra via si voglia seguire non approderanno a nulla.

CAPITOLO V.

Ancora della teoria eterea della gravitazione.

Obiezioni e difese.

Gravi obiezioni vengono sollevate contro la teoria eterea della gravitazione che crediamo di poter completamente confutare.

Per la sua apparente o creduta istantaneità si crede di poter escludere a priori, che la gravitazione possa dipendere da vibrazioni speciali del mezzo etereo che riempie gli spazi, le quali dovrebbero impiegare, come è il caso delle vibrazioni luminose, un tempo determinato, misurabile.

"Tutte le teorie idro-dinamiche della gravitazio-

ne sono, dice lo Stallo⁹, esposte alla fatale critica di Arago:

"Se l'attrazione è il risultato dell'impulsione di un fluido, la sua azione deve impiegare un tempo definito ad attraversare gl'immensi spazi che separano i corpi celesti, mentre non v'è alcuna ragione per mettere in dubbio che l'attrazione sia istantanea" (ARAGO, Astronomie populaire, vol. IV, p. 119).

Infatti, se l'attrazione impiegasse un tempo misurabile, come l'elettricità o la luce, risulterebbe inevitabilmente una composizione di questa velocità con la velocità angolare dei pianeti; la linea apparente dell'attrazione sarebbe diretta verso un punto situato in avanti del posto reale del Sole, nella stessa maniera che la posizione apparente del Sole, in causa dell'aberrazione della

⁹ STALLO, op. cit., pag. 40.

luce, è spostata nella direzione del movimento orbitale della Terra.

A questa obiezione capitale risponderemo più avanti, intanto rispondiamo alle obiezioni di minore importanza:

L'attrazione non può interrompersi per l'interposizione di un ostacolo, essendo per la stessa tutti i corpi assolutamente trasparenti; la sua direzione è in linea retta, non è soggetta a riflessione e rifrazione; non è suscettibile di esaurimento e la sua energia è invariabile, incessante, inesauribile.

A tali obiezioni è facile rispondere, quando si abbia ben compreso il meccanismo dell'attrazione.

Non è esatto il dire che i corpi sono trasparenti per l'attrazione, poichè tutti, dalla più piccola particella all'ammasso gigantesco come la Terra od il

Sole, possono considerarsi tanto come attraenti quanto come attratti.

Così se consideriamo due corpi A (fig. 8) ed a posti sul prolungamento del medesimo raggio terrestre, comprenderemo come il corpo A venga attratto verso la Terra, come se il corpo a non esistesse, ma perciò non è necessario ammettere che a sia trasparente all'attrazione, poichè anche esso a sua volta concorre al medesimo effetto, aggiungendo la sua piccolissima azione attrattiva alla gravità terrestre.

Che la direzione dell'attrazione sia costantemente in linea retta e non sia soggetta nessun caso a riflessione o rifrazione, rimarrà spiegato da sè quan-

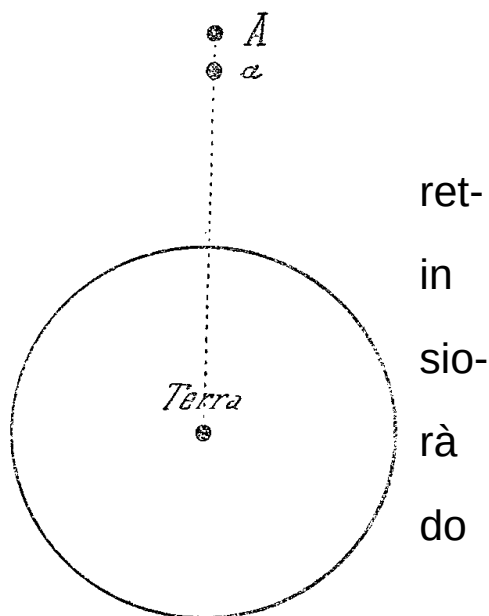


Fig. 8.

ret-
in
sio-
rà
do

avremo compreso la causa della sua istantaneità. Questa sarà veramente la prova del fuoco per l'ipotesi eterea e rimarremo sorpresi che il mistero impenetrabile si riduca in realtà ad un fatto evidente solo che si penetri e si comprenda il meccanismo dell'attrazione.

Si obietta adunque che, dovendo ritenersi la velocità della gravitazione infinita o almeno praticamente tale, non possa dipendere da vibrazioni dell'etere, visto che tutte le manifestazioni conosciute e studiate di tale agente, non raggiungono una velocità superiore ai 300 mila chilometri per secondo.

Secondo i calcoli di Laplace¹⁰, se l'onda di forza di gravitazione come veniva considerata impiegasse un tempo determinato, sia nel caso della Terra e della Luna, il risultato sarebbe una con-

¹⁰ TUNZELMANN, pag. 238.

tinua diminuzione del raggio medio dell'orbita lunare, con una conseguente secolare accelerazione della velocità orbitale.

Un tale effetto si verifica realmente, ma viene attribuito almeno in parte agli effetti perturbatori dei pianeti più prossimi, mentre se fosse dovuto all'aberrazione di gravitazione secondo i calcoli di Laplace, si dovrebbe ammettere per la gravitazione una velocità di almeno sette milioni di volte quella della luce. Più tardi, in seguito a nuovi calcoli, sarebbe giunto per la gravitazione alla cifra di un centinaio di milioni di volte la velocità della luce.

L'istantaneità presupposta della gravitazione obbliga quindi, così si conclude, a scartare il nostro agente per ricorrere ad un'altra azione che è ben più misteriosa, scientificamente assurda, contraria al buon senso ed alla ragione: l'azione

in distanza – l'*actio in distans*.

Ma di tale azione, quale spirito sano, quale razionamento equilibrato che non sappia rinnegare la base stessa della scienza, può mai appagarsi?

Del resto non si saprebbe per qual ragione, l'azione in distanza possa vincere la difficoltà: infatti, ammettiamo pure per un poco tale assurdo; supponiamo cioè che vi sia questa influenza miracolosa in virtù della quale il Sole attragga la Terra ed i pianeti. Non preoccupiamoci del modo con cui fra gli spazi celesti tale azione soprannaturale possa propagarsi fra corpo e corpo. Qualunque cosa essa sia non dovrà anch'essa impiegare un certo tempo nel propagarsi per superare le grandi distanze planetarie? Non avremo la medesima difficoltà che abbiamo creduto di evitare?

In ogni caso adunque, anche volendo accettare l'assurdo dell'azione in distanza, la difficoltà

dell'istantaneità della gravitazione non sarebbe punto eliminata.

Ad ogni modo su tale argomento trovo necessario di riportare alcuni brani di autori di indiscusso valore, facendo nello stesso tempo presente al lettore quanto abbiamo già riportato più indietro del Newton, sullo stesso argomento:

Il Secchi nel suo trattato *Unità delle Forze Fisiche*, edizione francese, così si esprime: "Noi abbiamo detto come sia impossibile concepire ciò che si chiama una forza attrattiva nello stretto senso della parola, cioè di immaginare un principio attivo avente la sede nel seno stesso delle molecole e agente senza intermediario attraverso il vuoto assoluto: ciò equivarrebbe ad ammettere che i corpi agiscano l'uno sull'altro a distanza, cioè a dire dove non esistono: ipotesi assurda tanto se si tratta di grandi distanze come di di-

stanze piccole".

Analogamente il J. Croll¹¹ dice che "nessun principio sarà ammesso se in contrasto col vecchio adagio: una cosa non può agire in un punto dove non esiste o quando ancora non c'è o dove non è ancora arrivata".

Il Du Bois Reymond¹² così si esprime: "Forze che agiscono attraverso lo spazio vuoto sono in sé stesse inconcepibili, anzi assurde, soltanto sono divenute famigliari ai fisici dopo Newton, grazie una falsa interpretazione della sua dottrina e contrariamente alle sue proteste".

Finalmente il Prof. Challis¹³: "Non vi è altra specie di forza che la pressione per contatto di un corpo su di un altro corpo...; quando un corpo

11 STALLO, op. cit., pag. 37.

12 STALLO, op. cit., pag. 37.

13 STALLO, op. cit., pag. 36-37.

(nel caso della gravità) è messo in movimento senza contatto apparente nè pressione di un altro corpo, si può subito concludere che il corpo che spinge, sebbene invisibile, esiste, a meno di ammettere che vi siano fenomeni che sono e saranno sempre incomprensibili per noi.... Ogni forza fisica essendo pressione vi deve essere un mezzo pel quale la pressione si esercita".

Questi argomenti mi pare che bastino, se ce ne fosse bisogno, per abbattere il vieto pregiudizio dell'*actio in distans*.

Per quale causa adunque la gravitazione è istantanea? O realmente la sua velocità di propagazione è tanto grande da potersi considerare praticamente infinita, o pure vi ha un grave errore d'interpretazione della gravitazione stessa, che toglie la giusta visione del fenomeno e del suo modo di manifestarsi.

Un tale errore esiste realmente e non ci sarà difficile dimostrarlo con la vera interpretazione del fenomeno della gravitazione, e allora comprenderemo senza difficoltà come la gravitazione stessa possa manifestarsi istantaneamente, e non sia soggetta quindi al fenomeno dell'aberrazione, e ciò indipendentemente dalla velocità di propagazione che possono avere le vibrazioni del mezzo, cioè dell'etere da cui ha origine.

Ciò vedremo nel seguente capitolo.

CAPITOLO VI.

Perchè l'attrazione si manifesta istantaneamente e non è soggetta all'aberrazione.

L'attrazione, come già abbiamo più volte detto, non è una forza per sè, ma è il risultato di uno scambio, cioè di un passaggio di energia da una massa ad un'altra massa, cioè dalle particelle dell'etere a quelle della materia, per quanto essa abbia apparenza di stabilità, che si esprime impropriamente con vocaboli per sè stessi assurdi di forza latente e di energia potenziale.

Un corpo rimane sospeso per un tempo indefinito come è il caso di una pietra di un rudere millenario: smossa la pietra dalla sua posizione, pre-

cipita in basso e ciò dà l'apparenza che si sviluppi, nella caduta, l'energia potenziale rimasta latente per anni ed anni, accumulata nel giorno in cui fu collocata al suo posto.

Tale concetto completamente errato è causa di errori ed alimenta il pregiudizio che l'attrazione sia insita nella materia sempre pronta ad agire.

E ciò che si disse della pietra che cade, vale pel peso che fa muovere l'orologio, il quale sembra restituire il lavoro impiegato nel sollevamento, mentre in realtà non sviluppa nella discesa che una forza, bensì equivalente, ma nuova.

Anche l'acqua che cade dall'alto o discende lungo il corso di un fiume, dalle sue scaturigini alla foce, restituisce nel concetto volgare la forza solare che ha fatto evaporare l'acqua del mare da cui hanno origine le piogge. Naturalmente l'intervento della forza solare è indispensabile;

ma tale forza svanisce e si disperde, poichè l'acqua per sè non rappresenta alcuna forza accumulata, non essendovi differenza alcuna in un litro d'acqua, sia che si consideri al livello del mare od alla sommità di un vallone alpino.

La forza di un chilogrammetro che il litro d'acqua può sviluppare ad ogni metro di dislivello, ha origine nell'atto stesso della caduta per la spinta dell'etere, tanto è vero che potremmo immaginare che al livello del mare vi fosse una voragine e in tal caso il litro d'acqua potrà svolgere ancora altri chilogrammetri di forza.

Non si potrebbe trovare, se ce ne fosse bisogno, argomento più ovvio e convincente, chè la gravità ed il relativo lavoro meccanico provengono dal di fuori.

L'attrazione adunque rappresenta un lavoro vero e proprio che non può essere potenziale ma

cinetico, poichè sia che venga considerato nella gravità cioè nel peso, sia che si consideri nelle forze molecolari, è il risultato di un perenne consumo o per meglio dire di uno scambio di energia fra l'etere che è il motore universale e le particelle materiali.

Premesso tutto ciò, si può comprendere come il concetto avuto finora e che tuttora domina della gravitazione sia completamente errato.

È sempre fisso il concetto che l'attrazione sia una forza che emana dal centro detto attraente, e perciò viene istintivamente paragonata alla luce, la quale emana realmente dal corpo luminoso.

Ma nel caso della gravitazione le condizioni sono ben diverse: dal centro attrattivo, e ciò non sarà mai ripetuto abbastanza, non vi ha in realtà alcuna irradiazione propriamente detta; solo tutto all'ingiro, per lo schermo che offre alla propaga-

zione delle vibrazioni dell'etere che provengono in senso rettilineo da ogni parte dell'Universo, ha luogo un arresto delle vibrazioni stesse, come abbiamo diffusamente dimostrato, creandosi entro lo spazio interposto fra i due corpi attraente e attratto uno stato di attenuazione, per modo che prevalgono a tergo del corpo attratto nella loro azione di spinta le vibrazioni opposte alla direzione del corpo attraente. Questo stato di attenuazione si può in certo modo paragonare alla rarefazione della pressione d'aria della campana pneumatica.

Se alla campana pneumatica facciamo un foro e contro questo foro applichiamo una sfera che chiuda a guisa di valvola, la sfera stessa verrà trattenuta con una certa forza contro il foro.

Volgarmente si considera che la palla venga come succhiata, assorbita dal vuoto interno della

campana, ma invece tutti sanno che la forza che comprime la palla contro il foro è esterna, dovuta alla spinta dell'aria esterna la cui pressione prevale sulla pressione interna.

Questo esempio offre una grande analogia colla gravitazione, come deve essere finalmente considerata, liberi da preconetti e da pregiudizi.

La gravitazione non è una forza come non è una forza il vuoto pneumatico e come questo anche la gravitazione non è che una differenza di pressione cioè di spinta.

Un corpo gravitante verso la Terra od un pianeta gravitante verso il Sole, si trovano, nei rapporti verso il centro attraente, nelle identiche condizioni della sfera premuta dall'aria esterna contro il foro della campana pneumatica, poichè il corpo attratto riceve una spinta proveniente dalla direzione opposta al corpo attraente, più forte dalle

vibrazioni dell'etere, che arrivano dagli spazi liberi senza alcuna attenuazione.

Si comprende quindi che l'azione attrattiva del centro detto attraente, non è che un'azione negativa permanente, stabile, pronta a manifestarsi appena si presenti un corpo, tutto all'ingiro nello spazio, come una specie di vuoto e che quindi la distanza e la velocità di propagazione nulla hanno a che fare sulla manifestazione del fenomeno attrattivo, all'infuori della sua intensità, la quale, naturalmente, varia nella regione inversa del quadrato delle distanze. Così, p. es., la Terra spostandosi lungo la propria orbita intorno al Sole, si trova costantemente sotto questa azione paragonabile al vuoto, per cui è spinta sempre verso il Sole, essendo già in azione in ogni punto la differenza di spinta fra le vibrazioni attenuate provenienti dal Sole e quelle più energiche opposte.

Il fenomeno attrattivo essendo determinato dalla spinta a tergo dell'etere che agisce nell'immediato contatto, cioè nel posto stesso dove trovasi il corpo attratto, deve essere affatto istantaneo senza alcuna relazione colla distanza del corpo attraente.

La fig. 9 renderà più facile e chiara tale dimostrazione:

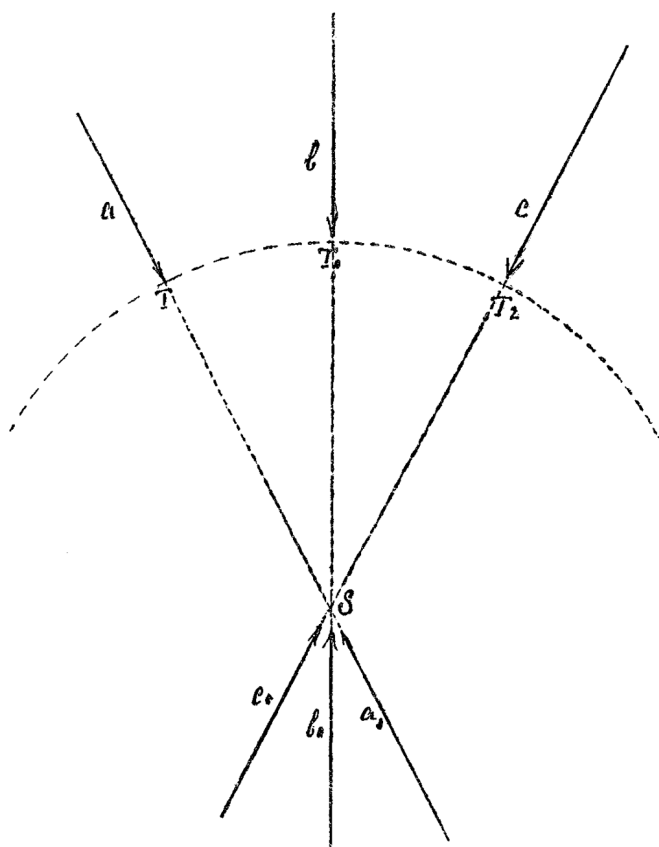


Fig. 9.

Sia S il Sole e T la Terra nella sua orbita di rivoluzione. Le frecce a b c e a_1 b_1 c_1 rappresentano i raggi eterei, cioè le spinte eguali e contrarie da cui dipende l'attrazione.

Quando la Terra è in T, subisce dall'esterno la spinta del raggio a non controbilanciato dall'anta-

gonistico raggio a_1 trattenuto dal Sole. Naturalmente tanto il Sole che la Terra sono spinti l'uno verso l'altro colla medesima forza; soltanto in causa della sua massa tanto preponderante, per il Sole tale spinta riesce trascurabile.

Quando la Terra, muovendosi lungo la propria orbita, si porta in T_1 si trova nell'atto stesso sotto la spinta del raggio b , a cui manca l'equilibrio della contropinta del raggio b_1 trattenuto dal Sole.

Così dicasi di tutti i punti successivamente percorsi dalla Terra lungo la propria orbita.

All'esterno dell'orbita si manifesta adunque una maggior pressione per la costante prevalenza delle spinte a, b, c , alle quali manca l'equilibrio della contropinta $a_1 b_1 c_1$ trattenute dal Sole, per cui l'interno dell'orbita trovasi successivamente, rispetto alla Terra in movimento, in uno stato di attenuazione che presenta qualche analogia col

vuoto della campana pneumatica.

Ecco perchè la gravitazione si manifesta istantaneamente senza alcuna relazione colla distanza e indipendentemente dalla velocità di vibrazione dell'etere ed ecco la ragione per cui non si verifica, a differenza della luce, il fenomeno dell'aberrazione e con tale dimostrazione che non potrà, io credo, essere confutata, e che svela la vera natura della gravitazione, sarà rimosso l'ostacolo principale che si opponeva ad accettare la teoria eterea.

CAPITOLO VII.

Velocità dell'etere.

Perchè gli astri non incontrano resistenza negli spazi.

Spiegato per qual ragione non si verifichi per la gravitazione il fenomeno dell'aberrazione ed eliminata così la più grave obiezione opposta alla teoria eterea della gravitazione, sarebbe ormai inutile preoccuparci della velocità che possa avere l'etere negli spazi, non avendo ciò influenza sull'istantaneità dell'attrazione; senonchè è importante, anzi necessario, farci un concetto di tale velocità onde penetrare per quanto è possibile nel mistero della natura dell'etere, su cui sono sorte tante controversie e furono espressi giudizi

tanto contraddittori. Si potrà allora trovare la vera causa per cui gli astri non incontrano resistenza nei loro movimenti negli spazi, spiegando così una delle più gravi incognite della scienza.

Si deve premettere che la nostra mente è abituata a giudicare il grande ed il piccolo in rapporto a noi stessi ed in rapporto al mondo di cui formiamo parte intrinseca. Vi ha in noi innato un istinto di paragone per cui siamo tratti a giudicare le dimensioni in base a quanto può abbracciare il nostro sguardo. Analogamente le velocità oltre un certo limite ci riescono incomprensibili.

Col nostro sguardo noi non possiamo abbracciare una distanza di un chilometro e perciò, una misura di pochi chilometri ci pare già grande.

La velocità di 300 mila chilometri per secondo calcolata per la luce, è per noi già una misura tanto grande, che quasi diventa l'estrema con-

cessione che il nostro istinto fa alla scienza ed ai suoi calcoli.

Ma tale misura sbalorditiva si riduce a proporzioni ben modeste, quando si consideri rispetto alle distanze stellari.

Infatti la luce impiega ben 8 minuti primi circa, a percorrere la distanza che ci separa dal Sole: dalle stelle può impiegare decine e centinaia di anni e da qualche nebulosa lontanissima anche qualche millenio.

Ecco adunque che con tali rapporti, la velocità della luce riducesi ad una misura anche troppo modesta, tanto che nelle misurazioni astronomiche si prende spesso per unità di misura l'anno luce, che corrisponde ad una distanza, rappresentata dal prodotto dei trecentomila chilometri percorsi in un secondo di tempo dalla luce, moltiplicati pel numero dei secondi di un anno, pari a

31.104.000 × 300.000 chilometri.

È ovvio infatti pensare che l'agente che domina e governa l'Universo, mantenendo il legame per le sue infinite distanze, abbia una velocità ben maggiore della luce, sebbene vi sia il preconconcetto che nessuna azione che si propaga attraverso l'etere possa superare tale velocità.

Infatti nessuna manifestazione conosciuta che si propaghi mediante vibrazioni attraverso l'etere, supera la velocità di 300 mila chilometri per secondo, misurata per la luce.

Ma già a questo proposito, nella prima edizione di questo lavoro, senza entrare a fondo di tale argomento, accennai che la velocità di propagazione dell'attrazione doveva ritenersi *almeno* pari alla velocità della luce, ma che fosse da ritenersi molto maggiore, pel fatto che la luce dipende da una vibrazione secondaria, quasi accidentale,

probabilmente complicata, provocata dall'azione di un corpo luminoso, mentre la gravitazione non è che una manifestazione diretta delle vibrazioni semplici, innate dell'etere, senza la minima alterazione e che rappresentano la forma più semplice dell'energia e del movimento.

Ora però dopo quanto abbiamo veduto nei capitoli precedenti comprendiamo benissimo come sia ormai fuori di luogo il parlare di velocità della gravitazione, sapendo benissimo per qual ragione la sua azione sia istantanea. Si comprende anche che se è giusto ed esatto parlare di irradiazioni luminose e calorifere, è fuori di luogo e improprio invece parlare di irradiazioni gravitative che non esistono.

La gravitazione nasce spontaneamente conforme la teoria meccanica da noi esposta, nel luogo stesso dove trovasi il corpo considerato come *at-*

tratto, per una spinta a tergo dovuta ai movimenti cinetici delle particelle elementari dell'etere, i quali movimenti cinetici sono in parte eliminati nello spazio interposto fra il corpo attraente e attratto.

Quando si parla adunque di velocità dell'etere deve intendersi soltanto la velocità delle singole particelle che indipendentemente le uno dalle altre percorrono traiettorie rettilinee in tutti i sensi, senza alcuna influenza reciproca o altre influenze estranee che non possono esistere.

Che la velocità di tali particelle nei loro movimenti rettilinei debba essere grandissima, lo si intuisce, poichè soltanto con una velocità per così dire infinita ed una tenuità pure infinita dei suoi elementi costitutivi si possono spiegare le proprietà dell'etere, di questo fluido perfetto, omogeneo in tutta la sua massa, suscettibile di trasmet-

tere le vibrazioni luminose.

Ma vi ha un fatto importantissimo, una grave incognita, la cui soluzione non si può avere che con l'ammettere appunto la velocità dell'etere infinito: intendo parlare della mancanza di resistenza degli astri nei loro movimenti orbitali.

Infatti se l'etere fosse un fluido qualunque, come sarebbe un gas spinto agli estremi limiti di rarefazione, le cui particelle fossero inerti e immobili o pure dotate di una velocità limitata, è evidente che dovrebbe offrire una sensibile resistenza al movimento degli astri, alterandone in modo apprezzabile le rispettive orbite, mentre, come sappiamo, questo non si verifica.

Per comprendere ciò dobbiamo prima farci un concetto della struttura dei corpi facendo astrazione dai nostri sensi.

I corpi, infatti, a noi sembrano costituiti da una

sostanza continua, compatta, mentre non è forse esagerato il paragonare l'aggregato costituente i corpi stessi, analogo nella sua struttura, al sistema solare che ha i pianeti tanto lontani rispetto alla loro grandezza.

Fra mezzo a questo aggruppamento di parti, tanto lontane le une dalle altre, rispetto al loro volume, spazia, riempiendo completamente il vuoto, l'etere, le cui particelle penetrano liberamente, paragonabili per la loro grandezza relativa ai corpuscoli meteorici od alle stelle cadenti.

L'etere rispetto ai corpi in movimento si deve considerare immobile nell'assieme della sua massa, mentre le singole particelle che lo costituiscono si muovono indipendentemente le une dalle altre, in ogni senso, penetrando liberamente entro la compagine degli aggregati materiali, senza alcun limite e con velocità praticamente infinita.

ta. Avverranno naturalmente degli urti contro le particelle della materia costituente il corpo, urti che potranno essere nello stesso senso od in senso contrario ai movimenti propri delle particelle materiali. Ma è chiaro che rispetto all'etere così concepito, non ha alcuna importanza che il corpo sia fermo o si muova anche pure con notevole velocità, come è il caso dei pianeti negli spazi, poichè tale velocità considerata rispetto alla velocità infinita delle singole particelle dell'etere, equivale a zero, sia che si vogliano considerare in moto nella direzione stessa, o sia nel senso contrario del corpo in movimento. Ecco perchè gli astri non devono incontrare resistenza nei loro movimenti.

Reciprocamente poi, si può dire che la mancanza di resistenza degli astri negli spazi viene indirettamente a comprovare la velocità infinita

dell'etere come l'unica spiegazione possibile.

E quando diciamo astri, non dobbiamo intendere soltanto le stelle od i pianeti, ma anche le tenuissime comete o le nebulose, costituite, a quanto sembra, di gas rarefatissimi, i quali per la loro estrema rarefazione dovrebbero risentire nei loro rapidi movimenti la menoma resistenza dell'ambiente. Così le stelle ed i pianeti, come la Terra, sono circondati da un'atmosfera gassosa, che verso l'esterno assume il massimo grado di rarefazione e perciò riuscirebbe inesplicabile, come il fluido esterno, per leggero che si voglia ammettere, non faccia risentire la propria influenza.

La mancanza di resistenza degli astri negli spazi deve perciò considerarsi come l'*assioma fondamentale* delle leggi newtoniane della gravitazione, le quali non avrebbero altrimenti che un puro valore teorico matematico, senza alcun va-

lore concreto, pratico.

Ma ecco che giunti a queste importantissime conclusioni, possiamo vagamente formarci un concetto dell'etere, conciliando probabilmente i due opposti caratteri ed in apparente contraddizione, di una elasticità e mobilità infinita, con una rigidità perfetta come si richiede dalla teoria elettro-magnetica della luce.

Esso sarebbe adunque un fluido composto di particelle tanto piccole e tanto veloci da doversi considerare praticamente, infinitamente piccole ed infinitamente veloci.

Tali particelle coi loro movimenti rettilinei in ogni senso, e con una densità per così dire infinita, occupano interamente gli spazi, costituendo una massa unica, perfettamente omogenea, entro la quale tutti i corpi, dagli astri fino alle più piccole particelle della materia, si trovano immerse, sen-

za subire il menomo ostacolo nei loro movimenti.

Il vuoto non esiste, tutto è perfettamente occupato da questo fluido che rappresenta la massa ed il movimento, confusi, si può dire, in un'unica essenza, cioè l'energia dell'Universo, infinita, inesauribile.

Tale fluido, agente unico di tutti i fenomeni, è suscettibile di subire e trasmettere a velocità variabili, sotto l'azione di corpi caldi, luminosi, elettrici o magnetici, le vibrazioni speciali calorifere, luminose, ecc. Ci aiuterà meglio a comprendere la costituzione dell'etere il suo confronto con un gas, come l'aria.

Anche l'aria risulta costituita di particelle cioè delle molecole gazoze: tali molecole sono dotate, in modo analogo all'etere, conforme la teoria cinetica dei gas, di movimenti rettilinei in tutti i sensi. Soltanto tali movimenti sono lentissimi in con-

fronto ai movimenti dell'etere, ma oltre a ciò, le molecole del gas possono considerarsi aggregati giganteschi di fronte alla tenuità dell'etere, al pari forse della mole del Sole, confrontata col piccolo areolite degli spazi. Ne viene che il gas coi suoi elementi per di più inceppati dalla gravitazione e soggetto alle variazioni di pressione e di temperatura, trovasi infinitamente lontano dal rappresentare il fluido teoricamente perfetto quale è l'etere.

Tuttavia il gas è abbastanza fluido ed omogeneo da propagare le vibrazioni del suono, nello stesso modo che l'etere trasmette le vibrazioni luminose. Vi ha adunque effettivamente analogia di struttura e di proprietà fra i due fluidi e la differenza della velocità del suono in confronto della velocità della luce, che è quasi un milione di volte più veloce, ci dà in certo modo l'idea della grande

differenza fra la tenuità e fluidità rispettiva dei due fluidi.

Tale adunque è l'etere come possiamo concepirlo con le sue proprietà fondamentali rispondenti ai principî della teoria meccanica; ed ora si rende manifesto l'errore di principio già rilevato più indietro, di aver voluto dedurre i caratteri dell'etere sulla base di un fenomeno secondario come quello della luce. Il fluido deve essere ritenuto quale si dimostra necessario per l'attrazione; la spiegazione dei rimanenti fenomeni, che possono tutti considerarsi accidentali e passeggeri, deve essere subordinata al problema principale: il còmpito viene in tal modo facilitato.

PARTE SECONDA

Etere e Materia - Teoria elettrica della Materia.

CAPITOLO I.

Energia dell'etere ed energia latente nella materia.

Nei capitoli precedenti abbiamo tentato di definire l'etere come deve essere concepito perchè possa rispondere alla funzione di agente unico della vita universale, conforme i principî della teoria meccanica, ed abbiamo pure tentato di spiegare la sua azione sulla materia.

In questo fluido risiede adunque tutta l'energia dell'Universo, energia veramente infinita come sono infiniti gli spazi. Essa è la forza primordiale dell'Universo, dalla quale ha poi origine qualsiasi manifestazione di energia che accompagna i fenomeni della materia, compresa la stessa forza

detta vitale che caratterizza la materia organizzata.

L'energia dell'etere è sempre rappresentata dalle particelle in movimento, e siano pure estremamente piccole tali particelle, tenuto conto della immensa velocità delle loro vibrazioni, devono rappresentare una notevole somma di energia e noi, ricorrendo alle solite formule $m v^2$, tenteremo qualche calcolo.

Volendo fare il confronto cogli ordinari proiettili dei cannoni o dei fucili, supponiamo che le particelle dell'etere abbiano la densità dell'acciaio e corrispondano colla propria massa ad un milionesimo di milligrammo. Ammettiamo poi che abbiano la velocità della luce, cioè 300.000 chilometri equivalenti a trecento milioni di metri per secondo.

La massa da noi supposta di tali particelle po-

trà essere troppo grande, ma per contro, la loro velocità dovrà ritenersi di molto superiore a quella della luce, per modo che pur diminuendo la massa, si avrà egualmente un fortissimo aumento della forza viva in causa della maggior velocità.

Ad ogni modo i nostri calcoli non possono avere altro scopo che di darci un'idea dell'energia dell'etere.

Prendiamo per confronto, per facilità di calcolo, la forza viva rappresentata da un piccolo proiettile del peso di un grammo, lanciato colla velocità di 500 metri per secondo.

Prendiamo anche come unità di misura i 500 metri della velocità supposta del piccolo proiettile e avremo i seguenti risultati valendoci della formula $m v^2$.

$$1 \text{ grammo} \times 1^2 = 1 \text{ forza viva presa per unità.}$$

La particella dell'etere che abbiamo supposta di un milionesimo di milligrammo cioè

$$\frac{1 \text{ gr.}}{1.000.000.000}$$

alla velocità della luce, cioè di metri 300.000.000, si muoverà:

$$\frac{300.000.000}{500}$$

pari a 600.000 volte la velocità del piccolo proiettile.

Avremo quindi la forza viva f dell'etere paragonata al proiettile rappresentato dalla seguente formula:

$$f = \frac{360000000000}{1000000000} \times 600000^2$$

e quindi

360000000000

$f = 1$ gr. _____

×

10000000000

cioè $f=360$.

Si ha quindi che la forza viva della particella dell'etere corrisponderà a 360 volte la forza viva di un proiettile di 1 grammo che abbiamo preso per unità e quindi anche alla forza viva di un proiettile del peso di 360 grammi lanciato colla velocità di 500 metri per secondo.

Il risultato è adunque istruttivo ed interessante: la forza viva di una particella d'etere può essere paragonata a quella di un proiettile d'acciaio del peso di un terzo di chilogrammo e che possiamo immaginare del diametro di 35 millimetri, che fosse lanciato colla velocità di 500 metri per secon-

do.

Un tale proiettile rappresenta una forza viva considerevole, poichè sappiamo infatti come possa perforare da parte a parte una corazza di acciaio, lasciandovi un'impronta che ricorda quella della cera.

Ma si deve tener conto che il proiettile del diametro di 35 millimetri, presenta una sezione di ben 962 millimetri quadrati, mentre la medesima quantità di energia trovasi concentrata nella sezione infinitesima della particella eterea, la quale avrà per conseguenza una forza di penetrazione immensamente maggiore e quindi potrà attraversare qualunque corpo il più duro ed il più compatto, come se non esistesse.

Ma dobbiamo fare un'altra considerazione: noi abbiamo supposta la particella dell'etere di una massa corrispondente ad un milionesimo di milli-

grammo ed abbiamo ammesso, per poter fare il paragone col proiettile, la sua densità pari a quella dell'acciaio.

Ma qui entriamo in un campo di pure induzioni: quale densità potrà ammettersi per le particelle dell'etere? e così pure quale sarà la densità delle particelle elementari della materia?

La densità di un corpo deve dipendere teoricamente dal numero delle particelle elementari di cui è costituito in rapporto al volume del corpo stesso.

Abbiamo un aggregato di particelle forse molto discoste fra di loro, con spazi interposti fra particelle e particelle probabilmente grandissimi rispetto alla grandezza delle singole particelle.

Ne viene che la densità delle particelle deve ritenersi immensamente maggiore della densità media del corpo, in modo analogo, se può valere

il paragone, ad un acido molto diluito nell'acqua.

Ecco adunque che la particella elementare tanto dell'etere che della materia, deve considerarsi come l'unità di massa, rappresentante il massimo possibile di densità, cioè una densità che si potrà considerare infinita; e perciò il paragone della forza viva della particella eterea, con quella del proiettile, ne guadagna ulteriormente e si può così avere una chiara idea della somma immensa di energia rappresentata dall'etere sotto forma di forza viva.

Ma anche la materia deve rappresentare per sè stessa un'energia accumulata sotto forma di forza viva, poichè tutte le particelle di cui è costituita devono trovarsi in rapidissimo, perenne movimento, per cui sono impediti di precipitare le une sulle altre a perfetto contatto. Sono movimenti rapidissimi che devono necessariamente ammet-

tersi tanto per le particelle ultraatomiche, come per gli atomi e le molecole.

Tutte le proprietà della materia dipendono da tali movimenti: così lo stato solido, liquido, gassoso, le affinità chimiche, tutte le proprietà fisiche, ecc.

Perciò, quando diciamo che la materia è *inerte*, non dobbiamo intendere con questo, che essa sia inattiva. Anzi, la parola *inerte* spiega il vero ufficio della materia rispetto alla attività dell'etere, l'unico agente attivo dell'Universo.

La materia, infatti, ubbidisce all'azione dell'etere, ne utilizza e ne immagazzina, per l'inerzia, l'energia sotto forma di forza viva.

Ora, se tutta l'intima compagine di un corpo è animata da movimenti infinitesimi ma rapidissimi al pari dell'etere, ai quali movimenti nessuna delle particelle si sottrae, si deve concludere che la

materia di un corpo qualunque contiene in sè stessa una somma di energia che deve ritenersi equivalente alla quantità di energia che sarebbe rappresentata dall'intera massa del corpo che si movesse tutta unita ed in blocco nello spazio colla medesima velocità delle singole particelle.

Ma tale deduzione ci conduce a risultati inattesi. Infatti, un chilogrammo di materia lanciato colla velocità della luce, rappresenta una somma di energia da non poterla neanche concepire.

La solita formula mv^2 ci dà la forza viva e la formula $mv^2/8338$ ci dà la medesima forza viva convertita in calorie.

Dato adunque $m = 1$ chilog. e v uguale a 300 milioni di metri, dividendo v^2 per 8338, si ottiene una quantità di calorie rappresentata dalla cifra di 10794 seguita da 9 zeri, cioè oltre dieci milioni di milioni.

Ora non è facilmente concepibile, coll'ordinario concetto che ci siamo formati cogli studi della chimica e della fisica, che, immagazzinata in un chilogrammo di materia qualunque, completamente nascosta a tutte le nostre investigazioni, si celi una tale somma di energia, equivalente alla quantità che si può svolgere da milioni e milioni di chilogrammi di combustibile il più ricco.

Infatti, dato che un chilo di carbone sviluppi all'incirca diecimila calorie, la quantità suddetta di calorie rappresenterebbe un grande cumulo di carbone di oltre un milione di tonnellate; la dotazione, per così dire, di una intera miniera.

Tale somma di energia si trova nella materia sotto forma di forza viva, cioè di energia cinetica, poichè, il vecchio concetto dell'energia potenziale o di posizione, deve essere abbandonato, perchè senza significato.

Nella materia vi ha adunque una immensa dotazione di energia, ma conviene aggiungere che essa si trova quasi interamente in equilibrio, rappresentata dagli aggruppamenti molecolari, atomici e ultra-atomici.

Solo una piccolissima porzione di tale energia, una frazione infinitesima, si trova in equilibrio instabile, ed è quella che si rende manifesta colle affinità chimiche e con le altre manifestazioni che possiamo misurare e utilizzare.

Le sostanze radioattive possono, dopo ciò, più facilmente essere comprese, poichè, infatti, cessa ogni difficoltà a spiegare la sorgente dell'energia che nel periodo della loro vita radioattiva continuamente disperdono. Di tale energia si ha, come abbiamo dimostrato, una dotazione immensa, per così dire, inesauribile, in ogni corpo ed in ogni sostanza, sotto qualunque stato si trovi: ba-

sta solo immaginare che per circostanze speciali, forse per una eccessiva complessità di costituzione atomica, i legami d'unione siano leggermente allentati, perchè qualche particella, non più contenuta nella sua orbita di equilibrio, venga proiettata dal corpo, con l'immensa velocità di cui è dotata, producendo quei meravigliosi fenomeni, che offrono ora così largo campo di studi. Il fenomeno in sè, non ha adunque nulla di straordinario, poichè, anzi, si deve concludere che tutte le sostanze dovrebbero, in misura più o meno apprezzabile, presentare fenomeni radioattivi.

CAPITOLO II.

Della costituzione della materia.

Teoria elettrica della materia.

Secondo i principî fondamentali della chimica e della teoria atomica, la materia è costituita da molecole, risultanti dall'aggruppamento di un certo numero di particelle chiamate atomi. L'atomo sarebbe considerato come l'estremo limite di divisione della materia ed ogni corpo semplice avrebbe un atomo proprio con caratteri speciali, differenti. Così, l'atomo del ferro si distinguerebbe, pei suoi caratteri e proprietà, dall'atomo del rame, del piombo, ecc. Questo principio, su cui si basa la teoria atomica, in realtà rimane ancora a fondamento del grande edificio della chimica, ma

nessuno ormai mette in dubbio che la divisibilità della materia vada al di là dell'atomo il quale, a sua volta, deve essere costituito da un gran numero di particelle ancora più piccole, saldamente e indissolubilmente unite da una forza che resiste a tutte le ordinarie azioni chimiche.

Queste particelle elementari ultra-atomiche risulterebbero di un'unica sostanza uniforme per tutta la materia. Tali particelle, coi loro vari aggruppamenti, nella formazione dell'atomo darebbero l'impronta caratteristica delle varie sostanze conosciute nella chimica come corpi semplici, i quali dovrebbero piuttosto considerarsi come chimicamente indecomponibili.

Che cosa sia poi questa sostanza unica fondamentale dalla quale ha origine la materia, nelle infinite svariate forme sotto cui si presenta, è cosa che, probabilmente, oltrepassa la nostra capa-

cità comprensiva. Nulla si oppone a considerare che questa sostanza fondamentale non sia che l'etere stesso, come ammette la teoria di Lord Kelvin, secondo la quale l'ultimo atomo, cioè quello che ora si considera l'elemento costitutivo ultra-atomico, consisterebbe di un vortice entro il fluido etereo.

Un esempio grossolano di anelli o vortici dei fluidi, ci è dato dagli anelli di fumo e di vapore, i quali, però, non possono avere che una durata efimera a cagione della condensazione e degli attriti. Ma se immaginiamo un fluido teoricamente perfetto, come si ammette sia l'etere, con le proprietà della *fisica matematica*, tali anelli o vortici possono ritenersi di una rigidità perfetta ed indistruttibili con qualsiasi concepibile mezzo, come ha dimostrato Von Helmholtz¹⁴.

14 TUNZELMANN, op. cit., pag. 66.

Con ciò si giungerebbe a spiegare l'indivisibilità dei sub-atomi che, come unità fondamentale della materia, possono considerarsi tutti identici e uniformi, poichè: "Una teoria atomica della materia in cui gli atomi sono considerati come particelle separate in uno spazio vuoto, caratterizzato da pura estensione, non può evitare la difficoltà filosofica involta nel figurare un limite definito, uniforme alla divisibilità della materia"¹⁵.

Infatti una particella, per quanto piccola, si può sempre immaginare che possa essere ulteriormente divisa, mentre il piccolo vortice può rappresentare una unità a sè, indivisibile e stabile.

Con questa ipotesi si giunge, quindi, a dover considerare l'etere come l'ultima realtà, l'unica sostanza dell'Universo.

Che le varie forme e aspetti, sotto cui si mani-

¹⁵ TUNZELMANN, op. cit., pag. 66.

fa della materia nei vari corpi detti semplici ed in tutti gli infiniti composti, non siano che trasformazioni di una stessa sostanza, si comprende facilmente, quando si consideri che tutti i caratteri per i quali la materia si manifesta ai nostri sensi, dipendono esclusivamente da azioni di energia, cioè, di movimento. Senza tali azioni di energia noi non sapremmo in alcun modo farci un concetto di una sostanza qualsiasi.

Tutti i fenomeni dell'Universo derivano unicamente dalle varie distribuzioni di energia, di cui la sede è l'etere, che può considerarsi come il veicolo dell'energia stessa e si può adunque concludere che la materia coi suoi caratteri convenzionali non ha che un'esistenza, che si può dire fenomenale.

Teoria elettrica della materia.

Come vedremo più innanzi, con la sola e semplice forza di attrazione si potrebbero spiegare tutte le gradazioni dalla gravitazione alla coesione fino alle forze attrattive più interne che tengono unite le particelle ultra-atomiche che concorrono alla formazione dell'atomo. Non sembrerebbe quindi necessario ricorrere ad altre ipotesi e immaginare altre forze per dare una spiegazione soddisfacente dell'intera compagine della materia.

Gli studi sulla materia ed i progressi della fisica avrebbero però indotto ad ammettere che le forze molecolari non risultino di semplice gravitazione, ma che abbiano la loro causa nell'elettricità.

Nel fenomeno dell'elettrolisi si è creduto di poter attribuire alla elettricità una natura molecolare

e secondo Helmholtz, l'elettricità, sia positiva che negativa, sarebbe rappresentata da elementi distinti e definiti, specie di atomi elettrici corrispondenti a unità elettriche positive e negative.

Queste unità di elettricità furono chiamate *Joni* e vi sarebbero joni monovalenti, bivalenti e plurivalenti, i quali accompagnerebbero gli atomi delle varie sostanze nell'interno dell'elettrolito. Ciò corrisponde alla *carica* dell'atomo e che Johnston Stoney¹⁶ propose di chiamare *elettrone* o *carica elettrica naturale*.

Il fenomeno dei raggi catodici venne a confermare tali vedute.

Nel 1871 il Varley studiando i raggi detti catodici che emanano dal catodo nei tubi vuoti, fu indotto ad ammettere che tali raggi consistessero di particelle minutissime elettrizzate. William

¹⁶ TUNZELMANN, op. cit., pag. 24.

Crookes confermò tali vedute e a tali particelle elettrizzate, le quali sarebbero rappresentate da *elettroni*, diede il nome di *quarto stato della materia*, ciò che non sarebbe in armonia colla teoria elettrica, che ammette che lo stato elettrico sia normale di tutta la materia ed in tutte le condizioni. Infatti gli elettroni, secondo le vedute ormai dominanti, avrebbero una esistenza a sè indipendente e permanente e dagli stessi avrebbero origine tutti i fenomeni fisici e chimici.

Con la teoria elettrica poi, secondo gli studi di Thomson e di altri, si vorrebbe anche dare una spiegazione elettrica della proprietà essenziale della materia, cioè dell'*inerzia* o *massa*. Si deve però tener conto che l'inerzia o massa non può essere considerata una proprietà essenziale soltanto della materia, ma anche dello stesso etere. Infatti non si può immaginare che le infinitesime

particelle dell'etere, che con velocità infinita propagano e determinano la gravitazione e presiedono a tutti i fenomeni ed ai movimenti della materia, non siano a loro volta dotate di una massa infinitesima, dalla quale, conforme la formola mv^2 , ha origine tutta l'energia dell'universo. Ciò che distingue la materia propriamente detta, per così dire organizzata, dall'etere, non è l'inerzia, ma le altre proprietà e principalmente l'attrazione.

La teoria elettrica della materia proposta da Lorenz, Voigt, Larmor ed altri, ammette che i sub-atomi non siano che *elettroni* i quali, aggregati in certo numero e moventisi intorno ad orbite fisse, costituirebbero l'ordinario atomo della materia.

Si ammettono due specie di elettroni, corrispondenti alle due cariche positive e negative e ciò rimetterebbe, come si vede, in onore la vecchia ipotesi dei fluidi elettrici, positivo e negativo.

L'atomo della teoria elettrica, cioè l'*atomo vortice elettrico*, che sarebbe poi l'atomo convenzionale della chimica, corrisponderebbe, secondo le vedute di taluno, all'atomo vortice di Lord Kelvin; sarebbe costituito da una serie di elettroni in rapido movimento attorno ad un'orbita al cui centro si troverebbe un elettrone di segno contrario.

Ma questa maniera di spiegare l'atomo vortice di Kelvin è errata, poichè, se fosse costituito di elettroni, sarebbe come voler ammettere che tutta la massa dell'etere risultasse di elettroni: invece, l'atomo vortice dovrebbe essere lo stesso *elettrone*, poichè questo primo elemento della materia, questo *sub-atomo*, con le sue proprietà elettriche negative o positive, non può essere una semplice particella, ma un organo composto, complicato, dotato di movimenti vorticosi, tali da dare origine all'elettricità positiva o negativa. Tale

elettricità, onde non cadere nell'assurdo, deve ritenersi il risultato di un lavoro vero e proprio con reale consumo di energia e non già come una semplice facoltà innata e permanente, come si ha la tendenza di credere, anche da parte di scienziati moderni molto in voga.

Questi elettroni o vortici elettrici che concorrono a formare l'atomo chimico sono originati nella massa stessa dell'etere, col quale avviene il necessario scambio di energia da cui hanno origine le proprietà e tutti i fenomeni dell'atomo e della materia.

"Un atomo – scrive Sir Oliver Lodge¹⁷ – consiste di una massa globulare (?) di elettricità positiva, in cui sono incorporati dei minuscoli elettroni

¹⁷ Articolo di John Burroughs nelle "Yale Review" di aprile 1915 ("Minerva", fascicolo 1°, maggio 1915).

negativi. Esso ha una superficie esterna, una specie di membrana increspata (?) e un centro, intorno al quale girano degli elettroni come pianeti intorno al Sole".

Le particelle luminose dei raggi catodici, chiamate da principio dal Thomson, *corpuscoli*, sono joni negativi ed ebbero per i primi il nome di *elettroni*. Quando il vuoto dei tubi di Crookes venga portato al massimo grado possibile, possono assumere velocità fino ad $\frac{1}{3}$ della velocità della luce. Essi sono dotati di una carica elettrica negativa in costante rapporto con la loro massa. Questa massa fu calcolata pari a $\frac{1}{1830}$ della massa dell'atomo di idrogeno e per questo, forse troppo presto, si volle da taluno concludere che tale atomo risultasse composto di 1830 elettroni.

Gli *joni* o *elettroni positivi* non sono bene definiti: si crede siano piccole masse staccate, ma nul-

la si può dire intorno alla loro natura.

I così detti raggi Röntgen o raggi X che si ottengono dai tubi Crookes e che hanno origine e irradiano dal punto del tubo in cui i raggi catodici vengono ad urtare, sembra invece che siano semplici vibrazioni di etere, determinate dall'arresto repentino dei raggi o particelle catodiche (elettroni negativi).

I raggi X avrebbero una perfetta analogia cogli ordinari raggi luminosi, che sono onde elettriche e magnetiche che s'intersecano fra di loro longitudinalmente e trasversalmente ad angolo retto colla direzione del raggio. Soltanto i raggi Röntgen sono molto più minuti, avendo una lunghezza d'onda che si calcola di circa 1000 volte più piccola della lunghezza d'onda dei raggi ultra violetti¹⁸. Ciò spiegherebbe perchè i raggi X abbiano

¹⁸ TUNZELMANN, op. cit., pag. 24.

la proprietà di attraversare corpi opachi pegli ordinari raggi luminosi e come non soffrano diffrazione.

La forza penetrante (che vien detta durezza) dei raggi X diminuisce colla densità del corpo, perciò si rilevano le ombre delle ossa della mano perchè sono più dense della carne, o si rilevano gli oggetti estranei, come una palla di fucile, entro il corpo.

CAPITOLO III.

Radioattività e sostanze radioattive¹⁹.

Fin qui, parlando della teoria elettrica della materia, abbiamo accennato, in appoggio della stessa, all'elettrolisi ed ai fenomeni dei raggi catodici, i quali tutti sono determinati artificialmente mediante correnti elettriche. La presenza degli joni e degli elettroni rappresenta quindi in questi casi un fatto passeggero che cessa immediatamente quando venga interrotta la corrente elettrica. Ma la teoria elettrica della materia troverebbe la sua

¹⁹ Queste notizie sulla radioattività le tolgo in gran parte dal G. W. D.r TUNZELMANN, *Il problema dell'Universo*, traduzione di Edoardo Di Sarnby.

vera conferma nella *radioattività*, il fenomeno singolare permanente delle sostanze radioattive, le quali non hanno bisogno di alcuna corrente elettrica artificiale per manifestarlo.

La prima sostanza studiata che presentò il carattere dell'emissione spontanea di irradiazioni analoghe ai raggi Röntgen, come quello di eccitare la fosforescenza del solfuro di zinco, di impressionare una lastra fotografica e di produrre la ionizzazione nei gas, fu l'Uranio ed i suoi sali. Tale scoperta è dovuta al Becquerel.

Più tardi il Rutherford, nel 1899, pubblicò i suoi studi sulle irradiazioni dell'Uranio. Egli distinse due specie di tali irradiazioni che chiamò *Raggi Alfa* e *Raggi Beta*.

Più tardi fu scoperta una terza specie di raggi i quali presero il nome di *Raggi Gamma*.

I *raggi Beta* furono trovati avere un potere mol-

to penetrativo e si concluse che essi debbano consistere di *elettroni negativi*, come i raggi cattedici.

I *raggi Alfa* presentano un potere penetrativo molto minore, mentre hanno un potere ionizzante molto maggiore dei *raggi Beta*.

Secondo Rutherford, i raggi *Alfa* consistono di particelle o molecole libere di idrogeno e di elio.

I *raggi Gamma* trovati, come abbiamo detto, più tardi, sono caratterizzati da un alto grado di penetrazione e dal fatto di non subire deviazione alcuna sotto l'influenza dei campi elettrici o magnetici.

Nel progresso degli studi, la signora Curie ed altri chimici trovarono successivamente il Torio, il Radio, il Polonio e l'Atinio, tutti con proprietà radioattive più o meno forti e che evidentemente rappresentano uno stato intermedio l'uno

dell'altro.

Parecchie tonnellate del minerale detto Peckblenda o dei residui minerali che hanno servito all'estrazione dell'Uranio, sono necessari per ottenere soltanto alcuni decigrammi di Radio.

La signora Curie stima che il potere radioattivo del Radio sia di circa un milione di volte più grande di quello dell'Uranio. È stata calcolata la velocità di qualcuna delle particelle proiettate dal Radio e fu trovata superiore al massimo che si può ottenere con mezzi elettrici.

Il potere di penetrazione è molto più grande dei raggi Röntgen.

L'urto dei raggi radioattivi contro ostacoli, determina l'emissione di raggi secondari, e tale fenomeno è specialmente caratteristico dei raggi *Beta* e *Gamma*.

La scoperta fatta nel 1903 da P. Curie ed A. La-

borde, che un composto del Radio si mantiene da sè stesso ad una temperatura superiore di parecchi gradi all'ambiente circostante, destò il massimo interesse. Ciò fu confermato da altri osservatori e fu calcolato che una massa di Radio emette il calore sufficiente da poter riscaldare in un'ora una massa dello stesso peso da 0 a 100°.

Questa scoperta portò una vera rivoluzione nella scienza, poichè non può esservi dubbio che il calore, di cui il Radio sembra avere un'inesauribile scorta, debba provenire da una reale disgregazione degli atomi del Radio. Crollò l'antica teoria dell'indissolubilità e indistruttibilità dell'atomo, su cui si basa la teoria atomica e si intravede la possibilità della trasmutazione degli elementi.

La radioattività è una proprietà dovuta senza alcun dubbio non alle molecole del corpo, ma agli atomi, dei quali deve necessariamente avvenire

una disgregazione.

Le proprietà radioattive non sono impedito o menomate dal fatto di trovarsi l'elemento attivo combinato a sostanze inerti, e non sono influenzate da variazioni di temperatura, come non possono alterarsi per l'azione di agenti chimici conosciuti.

Secondo Thomson e Larmor, l'atomo delle sostanze radioattive deve ritenersi di struttura molto complicata e costituito di gran numero di particelle elementari cariche elettricamente, cioè elettroni, in rapido moto orbitale oscillatorio. Le enormi velocità con le quali vengono proiettate le particelle cariche positivamente o negativamente, non devono dipendere da una forza esterna, ma bensì dalla velocità propria che posseggono entro l'atomo nel percorso della loro orbita.

È stato dimostrato che le radiazioni *Alfa* emes-

se dal Radio, sono trattenute e assorbite da uno schermo costituito di altro Radio dello spessore non superiore ad un centesimo di millimetro. Ciò aiuterebbe a spiegare il fenomeno dello sviluppo di calore, poichè per analogia anche le particelle *Alfa* lanciate dagli atomi interni della massa radioattiva, devono essere trattenute dagli strati più esterni, per modo che la loro forza viva si trasforma in calore. Si ritiene anche che l'espulsione delle particelle degli atomi abbia a determinare perturbazioni elettriche e conseguentemente un nuovo assestamento dell'atomo, causa di uno sviluppo di calore.

Una importante proprietà del Radio, del Torio e dell'Atinio è quella che le loro emanazioni si comportano come veri gas; essi possono, p. es., gorgogliare attraverso soluzioni senza perdere le loro proprietà radioattive e in ciò si distinguono da-

gli joni prodotti per radioattività, i quali in casi simili perdono completamente le loro cariche.

Le emanazioni radioattive sono costituite da particelle così minime che non è stato possibile stabilire la loro natura. Resistono alle soluzioni acide e rimangono inalterate anche passando per un tubo di platino riscaldato alla più alta temperatura. Per queste ed altre proprietà affatto caratteristiche vengono equiparate ai gas come l'*Argon* e l'*Elio*. Infatti gli esperimenti di Ramsay e Soddy hanno dimostrato che l'Elio si sviluppa spontaneamente dal Radio e anzi, secondo i calcoli di W. Devvar, l'Elio viene prodotto in ragione di 0,37 milligrammi al giorno per un grammo di Radio.

Un corpo qualunque esposto per qualche tempo all'azione di sostanze radioattive, acquista a sua volta una radioattività indotta. Ciò è indipendente dalla natura del corpo e sembra prodotta

dalla deposizione di particelle. Tale proprietà ha durata temporanea.

È oltremodo interessante l'esperimento di Crookes, col quale si dimostra come avvenga un vero bombardamento delle particelle *Alfa* lanciate fuori dalla sostanza radioattiva. Uno schermo di solfuro di zinco esposto alle emanazioni del Radium, si illumina brillantemente. Esaminando lo schermo all'ingrandimento, si può constatare come tale luminosità sia dovuta ad un gran numero di punti brillanti in un campo oscuro, che scintillano e si estinguono rapidamente. Aumentando la distanza dello schermo dal corpo radioattivo, il lampeggiamento diminuisce fino a che cessa ogni fosforescenza. Ciò è dovuto alla pura azione meccanica delle particelle proiettate con velocità enormi dal corpo radioattivo, poichè il solfuro di zinco è oltremodo sensibile all'azione degli urti

meccanici, come avviene sfregandolo con uno spillo.

Rutherford attribuì il fenomeno all'urto di atomi, di Elio.

Secondo Rutherford, si avrebbe la seguente scala nei rapporti fra il potere di ionizzazione ed il potere di penetrazione attraverso le sostanze dei singoli raggi:

Ra	<i>Alfa</i>	Potere jo-	100	Potere	1
ggi		nizzante	00	penetran-	
				te	
Ra	<i>Beta</i>		100		100
ggi					
Ra	<i>Gam</i>		1		100
ggi	<i>ma</i>				00

Così la forza di penetrazione è in ragione inversa della forza di ionizzazione.

Rutherford poté dimostrare la deviabilità dei raggi *Alfa* sotto l'azione dei campi magnetici o elettrici e fu constatato che tale deviazione è in senso opposto a quella dei raggi catodici, ed essendo questi costituiti di particelle negative, ne viene che i raggi *Alfa* devono consistere di particelle cariche positivamente.

I raggi *Beta*, ma specialmente i raggi *Gamma*, si distinguono pel loro grande potere penetrativo. Sono completamente assorbiti da un foglio di piombo di un centimetro di spessore. Rutherford ha riscontrato che 30 milligrammi di bromuro di Radio esercitano la loro influenza in un elettroscopio anche attraverso uno spessore di 30 centimetri di ferro, il che sarebbe equivalente a 11 centimetri di piombo. Tali raggi, per analogia coi raggi Röntgen, si ritiene che consistano di oscillazioni di etere, determinate dalla subitanea libera-

zione degli elettroni, analogamente a quanto avviene nei raggi Röntgen prodotti dal subitaneo arresto dei raggi catodici: solamente il maggior potere penetrativo sarebbe dovuto alla maggior velocità di proiezione delle particelle *Alfa* in confronto dei raggi catodici.

I raggi *Gamma* non portano alcuna carica elettrica.

Le sostanze radioattive sono molto diffuse in natura, non essendo, per così dire, esente da tracce di radioattività nessuna sostanza. Ciò potrà dipendere da una specie di inquinamento determinato dall'influenza delle sostanze radioattive, ma si tenderebbe piuttosto ad ammettere che la radioattività sia, in grado maggiore o minore, una proprietà di tutta la materia.

Fu ammesso che la radioattività dipenda da una disintegrazione degli atomi, e se si considera

ciò, sarebbe piuttosto da meravigliarsi come una tale proprietà, solo da pochi anni venuta a conoscenza degli studiosi, non sia più diffusa e si limiti solo a pochissime sostanze.

Il Radio mantiene la sua forza radioattiva per lunghissimo tempo, richiedendo, secondo i calcoli, 1258 anni a ridursi alla metà della sua forza radioattiva. Tale lunga durata, dato che sia reale, poichè è lecito anche dubitarne, diventa in realtà trascurabile in confronto alla antichissima età che deve attribuirsi ai minerali, che deve ritenersi probabilmente di più milioni di anni. Dovrebbe quindi dedursi che il Radio sia un prodotto relativamente recente, poichè altrimenti tutta la scorta di radioattività avrebbe dovuto disperdersi ben prima d'ora. Il Radio quindi, per un processo ignoto, dovrebbe anche attualmente essere in continua formazione, per la disintegrazione di

qualche altro principio. Questo potrebbe essere l'Uranio ed i suoi minerali, quando anche non si possa ritenere che il Radio tragga le sue origini dal Torio, dal Bismuto, dal Bario e dal Piombo, i quali, secondo recenti studi, sarebbero derivati dalla disintegrazione dell'Uranio, col quale si trovano costantemente associati.

Si tratta, come ben si comprende, per ora, di pure ipotesi, le quali debbono accogliersi con ogni riserva, ma che dimostrano quali nuove vedute abbia aperto alla chimica la scoperta dei corpi radioattivi.

Infatti, il singolarissimo carattere della radioattività, sebbene limitato ad una ristrettissima serie di sostanze, probabilmente l'una derivata dall'altra, attrasse fin da principio tutta l'attenzione degli studiosi.

Gli elettroni riconosciuti da prima nelle emana-

zioni catodiche dei tubi Crookes e che potevano quindi ritenersi provocati, anzi prodotti dalla corrente elettrica artificiale scaricata dal catodo, si mostrerebbero invece esistenti già nella materia in sè, senza l'artificio della corrente elettrica.

Le particelle *Alfa* del Radio sono considerate elettroni positivi, cioè dotati di elettricità positiva, al contrario dei raggi catodici che sarebbero elettroni negativi: del resto è evidente la grande analogia fra le due emanazioni, l'una provocata da una corrente elettrica artificiale, l'altra spontanea e naturale di alcune sostanze e dei loro composti.

La radioattività, che sembra dipendere da una tendenza alla disintegrazione degli atomi che lasciano sfuggire le particelle ultra-atomiche, trova la perfetta corrispondenza nello stato elettrico del catodo provocato dalla corrente elettrica, paragonabile ad una vera radioattività.

Lo stato elettromagnetico è fondamentale delle sostanze radioattive, ma nulla vieta di applicare tale principio a tutta la materia, ammettendo uno stato di equilibrio negli atomi delle sostanze ordinarie non radioattive, mentre mancherebbe tale equilibrio nelle sostanze radioattive.

La probabilità poi che le emanazioni del Radio possano dissolversi in un gas semplice come l'Elio, e che l'Uranio possa essere il capostipite del Radio non solo, ma forse del Torio, del Bismuto, del Bario e del Piombo, per quanto ancora da dimostrare, non ha nulla che urti contro il nostro modo di considerare la materia come un derivato dell'unico elemento fondamentale: l'etere.

CAPITOLO IV.

Attrazione, coesione, affinità e attrazione ultra-atomica.

Nel tentare di dare una spiegazione della forza di attrazione abbiamo ammessa l'esistenza di una particella elementare, estremo limite di divisione della materia.

È sempre la stessa forza di attrazione che unisce le particelle elementari per formare gli atomi, che unisce gli atomi per formare le molecole e finalmente che unisce le molecole per costituire i corpi. Nel caso speciale della forza che unisce le molecole fra di loro, dicesi coesione e affinità chimica quando unisce atomi di varia natura nella costituzione di sostanze composte.

Non vi ha dubbio che si tratta sempre di una stessa forza, sebbene tanto differente sia l'energia che tiene unita la materia costituente i corpi, in confronto della leggerissima attrazione che tende unire due corpi che si attraggono.

Grandi ammassi di materia come una montagna fanno deviare il filo a piombo e se l'ammasso è grande come la Terra, la forza di attrazione diventa veramente rilevante.

Ma ciò è nulla in confronto dell'enorme forza che tiene unita la compagine dei corpi e perchè si sviluppi una tale energica forza non è punto necessario un grande ammasso di materia, essendo la coesione perfettamente indipendente.

Per rompere un filo di ferro della sezione di un millimetro quadrato, occorre un peso di 60 chili e 120 chili se invece di essere di ferro, il filo è d'acciaio. Ecco adunque che le molecole che oc-

cupano la sezione di un millimetro richiedono uno sforzo pari a 60 e 120 chilogrammi per essere staccate.

Ma è ancora poco, poichè si tratta di staccare molecola da molecola; ben altro è lo sforzo necessario per separare i varî atomi che costituiscono la molecola. Qui gli sforzi meccanici a nulla più valgono e occorrono le reazioni chimiche che alterino la costituzione intima dei corpi. In tali reazioni, che domandano ingenti quantità di energia, gli atomi si sciolgono dal loro legame, ma in questo stato che dicesi *nascente*, cioè nell'atto stesso della reazione, spesso si aggruppano in altro modo e con atomi di altra natura, per costituire molecole differenti.

Che dire poi della forza che avvince indissolubilmente le particelle elementari che entrano a costituire gli atomi? Non forze meccaniche nè

chimiche le più energiche, valgono a sciogliere tali legami.

Abbiamo così quattro gradi di questa forza di attrazione: l'attrazione fra corpo e corpo, che è poi la gravitazione universale ed anche la gravità, l'attrazione molecolare, l'attrazione atomica e l'attrazione ultra-atomica, cioè quella che unisce le particelle elementari.

Il seguente esempio ci farà meglio comprendere come si tratti sempre di un'unica forza.

Si abbiano due piani di metallo o di vetro, appoggiati l'uno all'altro. Questi si potranno facilmente staccare senza difficoltà, essendo affatto insensibile la forza di attrazione fra l'uno e l'altro. Ciò avverrà, se le due superfici d'appoggio sono scabre. Se invece sono accuratamente levigate e combacino esattamente, aderiranno in modo che richiederanno un certo sforzo per separarle, e

quanto più perfettamente saranno levigate, lo sforzo sarà sempre maggiore quasi da sembrare un solo corpo. La forza che tiene uniti in tal modo i due piani, chiamasi adesione e non è prodotta dalla pressione atmosferica poichè ha luogo anche nel vuoto.

Per comprendere bene questo semplice esperimento bisogna tener presente la spiegazione che abbiamo dato della forza di attrazione e come avrebbe origine fra le particelle.

Due corpi qualunque come due piani a superficie scabra, non tenendo conto naturalmente della gravità, cioè del peso che fa gravare il piano superiore su quello inferiore, si attraggono l'un l'altro con forza trascurabile.

Ciò avviene perchè, tolti i pochi punti di appoggio, le particelle di una superficie si trovano molto distanti da quelle dell'altra in paragone all'estre-

ma piccolezza delle particelle stesse ed alle distanze infinitesime da cui sono separate.

Occorre considerare attentamente questa circostanza, tenendo presente la legge fondamentale dell'attrazione che varia in ragione inversa del quadrato delle distanze.

Levigando i due piani, aumentano i contatti e si diminuisce effettivamente la distanza media fra le particelle dei due piani stessi, per cui crescerà di conseguenza l'attrazione. Si comprende come, teoricamente, si possano immaginare i due piani levigati in modo così perfetto, che le particelle abbiano a trovarsi nelle condizioni da raggiungere la vera coesione che tiene unita molecola a molecola; in tali condizioni i due piani formerebbero un unico corpo. In pratica, naturalmente, si è ben lontani dal raggiungere tale risultato.

In certi casi può aver luogo una vera saldatura

e ciò può verificarsi, p. es., comprimendo fortemente un metallo molle come il piombo contro un piano d'acciaio perfettamente levigato: la separazione in tal caso non si potrà fare senza strappare delle particelle che rimangono saldate nel piano.

Anche sovrapponendo le une alle altre delle lastre di vetro perfettamente piane e levigate senza la cautela di separarle con fogli di carta, possono verificarsi in qualche punto delle vere saldature, per modo che le lastre non si possono separare che facendole saltare a pezzi.

Infine colla coesione si spiegano i processi di metallizzazione come è il caso dell'argento e del rame, ecc. che si fanno aderire al vetro o sopra altri metalli, non solo, ma colla coesione si vorrebbero spiegare anche i processi della tintura.

Dopo tale spiegazione, per avere un'idea della

forza di coesione, prendiamo per base il coefficiente di rottura del filo di acciaio che, come abbiamo veduto, è di chilogrammi 120 per millimetro quadrato, e supponiamo che la distanza che separa una molecola da un'altra dell'acciaio, sia di un decimilionesimo di millimetro; supponiamo anche, che le leggerissime ed invisibili scabrosità esistenti sulle faccie levigate di due piani che sono a contatto, rappresentino una distanza media fra le molecole di una superficie e quelle dell'altra, di un decimillesimo di millimetro.

Tale distanza, assolutamente impercettibile, è pure enorme in confronto della distanza che abbiamo supposta, fra molecola e molecola nella massa del corpo, essendo mille volte maggiore.

Supposta fra i due piani tale distanza mille volte maggiore, la forza attrattiva che si svilupperà sarà 1000^2 , cioè un milione di volte minore di

quella che trattiene le molecole fra di loro, nella massa dell'acciaio. Con tale rapporto, partendo dal coefficiente di 120 chili per millimetro quadrato, la forza che trattiene i due piani sarà pari a $120/1000000$ cioè 120 milligrammi per ogni millimetro quadrato, e così due piani di 10 cent. di lato e cioè di 10000 millimetri quadrati domanderanno una forza di Cg. 1.200 per essere staccati l'uno dall'altro.

Queste cifre, che non possono essere prese che per un esempio, servono tuttavia a farci comprendere come l'attrazione fra corpo e corpo e la forza che tiene unite le molecole fra di loro, dipendano da un'unica causa. Gli atomi poi, di cui è composta la molecola, essendo ancora più vicini, saranno trattiene più saldamente e ancor più deve dirsi delle particelle elementari che compongono gli atomi stessi. La forza che le trattiene ag-

gruppate, crescendo colla nota legge, è tale da resistere a tutte le forze fisiche e chimiche.

La forza adunque è unica e solo varia d'intensità, secondo la distanza che separa le particelle.

Ho riportato quasi integralmente questo breve capitolo della prima edizione perchè, teoricamente almeno, risponde alla realtà. Come abbiamo veduto però la moderna teoria elettrica della materia ci porta a tener conto di un'altra forma di energia che si dovrebbe ritenere preponderante sulla semplice forza di gravitazione, nella costituzione intima della materia: l'elettricità.

Riassumendo ciò che abbiamo già veduto parlando della teoria elettrica, l'elemento fondamentale che corrisponderebbe a quella che abbiamo finora considerata la particella elementare ultra-atmica sarebbe l'elettrone, il quale può essere ritenuto come una specie di vortice entro l'etere

stesso.

Gli elettroni, dotati di elettricità positiva o negativa, riuniti in un certo numero, diversamente raggruppati e animati da movimenti orbitali rapidissimi, formerebbero gli atomi delle varie sostanze, cioè i corpi detti semplici della chimica.

La differenza di dimensione fra l'aggregato che si chiama atomo e l'elettrone sarebbe molto più grande di quella che esiste fra il Sole e la Terra.

Il Lodge²⁰, per dare idea dell'atomo, immagina una chiesa lunga 50 metri, larga 25, alta 12: gli elettroni corrisponderebbero a moscerini che volassero entro la chiesa. Nella teoria elettrica l'atomo è formato esclusivamente di elettroni: eliminata l'immagine della chiesa, rimangono soltanto gli elettroni paragonati ai moscerini che volteggiano nello spazio rappresentato dalla chiesa.

²⁰ Articolo di John Burronghs già citato.

Data adunque l'estrema piccolezza degli elettroni rispetto alla distanza da cui sono separati, la forza di gravitazione, cioè la semplice spinta dell'etere che tenderebbe ad unirli, è piccola, trascurabile, in confronto della forza elettrica in virtù della quale si trovano indissolubilmente raggruppati.

Nell'aggruppamento dell'atomo che ne risulta, gli elementi negativi e positivi si neutralizzano reciprocamente, salvo una piccola porzione di energia elettrica che rimane libera, la quale costituisce la dotazione dell'atomo, corrispondendo a ciò che si chiama affinità chimica.

Fino a qui dunque, secondo queste nuove vedute, la forza gravitativa propriamente detta sarebbe affatto trascurabile e invece la forza elettrica sarebbe di gran lunga prevalente.

A tale riguardo, Sir Oliver Lodger (*Electrons*, p.

210)²¹ avrebbe calcolato che la forza elettrica fra due elettroni in contatto (?) presunti per semplicità sferici, è di circa 10^{-42} volte la forza di gravitazione, e cioè le due forze si troverebbero nel rapporto di un milione di bilioni di trilioni all'unità.

Per dare un'idea più afferrabile di questa somma di energia rappresentata da tali forze elettriche, il Lodge calcola che se le due elettricità opposte contenute in un milligrammo d'acqua, fossero estratte e date a due sfere poste alla distanza di un miglio l'una dall'altra, tali sfere si attrarrebbero con una forza corrispondente al peso di dodici tonnellate.

Non sappiamo veramente quanto possano ritenersi attendibili queste cifre, ma ad ogni modo, nulla si oppone anche ad accettarle tali e quali, quando si consideri che tutte le enormi forze rap-

21 TUNZELMANN, pag. 237.

presentate dagli elettroni si trovano reciprocamente neutralizzate.

Del resto non bisogna dimenticare che anche la forza elettrica che tende ad unire un elettrone ad un altro elettrone di nome contrario e che si vuol distinguere dalla forza attrattiva propriamente detta, non è, in fin dei conti, che la spinta dell'etere che si manifesta sotto altra forma e sotto altro nome. La causa prima è sempre la medesima, l'energia ha sempre la stessa origine; essa, pel tramite degli elettroni, proviene dall'etere semplice originario e passa alla materia che non è che etere organizzato.

Con la formazione della molecola, dovuta all'aggruppamento degli atomi, cesserebbe però ogni azione elettrica, perchè essa deve considerarsi come un ciclo chiuso, un aggruppamento

saturo ed inerte²², ed è su questo, cioè sulla molecola che torna ad agire liberamente ed a dominare la semplice forza attrattiva, la gravitazione, cioè la spinta dell'etere, per dare origine a ciò che si chiama *coesione*, in virtù della quale stanno unite le molecole per formare i corpi.

²² Questo s'intende per i composti saturi e non, per es., per gli acidi o per le basi libere.

CAPITOLO V.

Considerazioni generali sulla costituzione della materia e sulla natura dell'etere.

Prima della scoperta della radioattività come proprietà spontanea e permanente di certi corpi e prima che venisse immaginato che l'elettricità potesse essere la forza dominante nella costituzione intima della materia, qualunque dubbio sul valore reale del principio dell'*inerzia della materia*, questo caposaldo della teoria meccanica dell'Universo, non sarebbe stato ammissibile.

E perciò una vera eresia parve pronunciare il Tyndall, quando nel discorso inaugurale dell'Associazione Britannica a Belfast nel 1872, uscì, fra lo stupore dell'uditorio, nelle seguenti

parole rimaste famose²³: "Bandendo qualunque esitazione, ecco la confessione ch'io credo dover fare davanti a voi: quando io getto uno sguardo oltre i limiti della prova sperimentale, discerno nel seno di questa materia che, nella nostra ignoranza e pur proclamando la nostra venerazione pel suo Creatore, noi abbiamo finora coperto di obbrobio, la promessa e la potenza di tutta la vita terrestre".

Con ciò il Tyndall veniva a ripetere il vecchio concetto di Bacone già ripudiato, espresso in questo suo detto:

"È necessario affermare che la materia, qualunque essa sia, è munita, provveduta e formata in modo che, ogni virtù, essenza, ogni atto e movimento, possono essere conseguenze ed emanazioni naturali della stessa".

23 J. B. STALLO, op. cit., pag. 114.

Analogamente lo Schelling proclamava che: "la materia è il seme generale dell'Universo in cui si trova rinchiuso quanto può manifestarsi nell'evoluzione dell'Universo".

Tali massime, che per l'indiscusso grande valore dei loro autori potevano scuotere il principio scientifico fondamentale dell'inerzia della materia, anche oggi, dopo la scoperta della radioattività e dopo che fu proposta la teoria elettrica della materia, non cessano di essere assurde.

Le nuove scoperte e le moderne teorie avranno modificato il concetto primitivo, piuttosto convenzionale, della costituzione intima della materia e delle forze che la governano, ma i principî fondamentali della teoria meccanica devono rimanere fuori di ogni discussione. La materia della teoria atomo-meccanica, rimane come fu sempre ammessa, risultante cioè da un aggregato di mole-

cole, le quali a lor volta sono costituite da un aggruppamento di un certo numero di atomi.

Ad ogni corpo detto semplice dalla chimica, corrisponde un atomo speciale con caratteri propri per i quali si distingue dagli altri atomi. Poco importa che la differenza specifica degli atomi dei varii corpi semplici dipenda dagli aspetti differenti che potrà assumere un principio unico fondamentale di tutto l'Universo: questo potrà interessare da un punto di vista filosofico, ma per la chimica e la fisica, i differenti atomi sono una realtà fuori di ogni discussione.

La materia della chimica ha origine da ciò che dicesi convenzionalmente atomo, il quale si dimostra praticamente semplice ed indecomponibile; per essa domina in qualsiasi fenomeno il principio fondamentale della *conservazione dell'energia* e quindi, il principio dell'*inerzia*, che ne è una

conseguenza, conserva tutto il valore teorico della teoria meccanica.

Ma quando si voglia procedere oltre nell'analisi della materia, al di là dell'atomo, si aprono nuove vedute e la materia stessa non corrisponde più al concetto convenzionale della teoria atomica. Al di là dell'atomo infatti, la materia si dimostra un organismo complesso che va perdendo le caratteristiche della materia propriamente detta per assumere i caratteri dell'elemento costitutivo dell'Universo: l'etere.

L'atomo della teoria elettrica, risultante dall'aggruppamento di un gran numero di elettroni, dotati di una così grande scorta di energia, non risponde più al concetto della materia inerte della teoria meccanica, poichè si trova troppo intimamente legato anzi immedesimato con l'etere del quale è una diretta emanazione.

"Al fondo di tutte le cose, dice il Lodge, troviamo della pura energia incorporea: la materia nel vecchio senso, la materia grossolana svanisce. Ai tre stati di solido, liquido e gassoso si dovrebbe aggiungere lo stato *etereo*, che confina se non si identifica con lo spirito e che offrirebbe la chiave per spiegare i fenomeni della vita e dello spirito".

A questo concetto astratto si giunge considerando l'etere come materia per così dire smaterializzata, infinitamente divisa ed infinitamente veloce, riempiente interamente lo spazio.

L'atomo adunque si può considerare quasi come un vero organo vitale, poichè l'energia di cui è dotato non è una dotazione fissa, una scorta originaria, indipendente ed isolata, come generalmente si tende a credere e come sembrerebbe sottinteso nel significato racchiuso nelle parole di Tyndall sopracitate, ma bensì un'emanazione

dell'energia universale diffusa negli spazi. Ecco perchè la parola inerzia che suppone la materia passiva, che può dare o ricevere l'energia dall'esterno, senza alcuna perdita, non ha, oltre l'atomo, il suo significato ordinario; per questo è necessario procedere oltre, al di là della materia propriamente detta, per tentare di comprenderne il meccanismo nei suoi rapporti coll'etere libero.

Al termine *inerzia* si collega il termine *massa*, anzi i due termini si equivalgono. Alla *massa* corrisponde il *movimento*.

Questi due termini *massa* e *movimento*, già sappiamo che non possono essere considerati separatamente, poichè invano possiamo immaginare il movimento senza qualche cosa che si muova e quindi senza una corrispondente massa.

D'altra parte, la massa che possiamo concepire

quando sia rappresentata da un aggregato materiale o almeno da una particella sia pure estremamente piccola, ma pure sempre ponderabile, perderebbe ogni consistenza reale, con la divisione spinta all'infinito, se questa fosse ammissibile.

E rimasta celebre a tale riguardo la controversia sorta fra i campioni della teoria chiamata *corpuscolare* e la teoria *dinamica*²⁴.

La teoria corpuscolare, che aveva con sè la maggioranza dei fisici, ammetteva nella materia un substrato reale, ponderabile, indipendente dalla forza, mentre i fautori della teoria dinamica, quali il Boscovich, l'Ampère ed il Faraday, sostenevano che le particelle materiali dovevano considerarsi dei puri centri o sfere di forza.

Il Faraday così si esprimeva: *che sappiamo noi dell'atomo se non è per la sua forza?*

24 J. B. STALLO, op. cit., pag. 122.

Non vi ha dubbio infatti che la materia si rivela soltanto per la sua energia, cioè pei suoi movimenti; ma si potrà però rivolgere ai fautori della teoria dinamica una domanda: che cosa è questa forza che dovrebbe emanare da un puro centro astratto, senza un punto d'appoggio reale? Consiste essa di solo movimento? Ma può esservi movimento senza nulla che si muova?

L'errore scaturisce probabilmente dal falso principio dell'*energia potenziale* che si crede ancora, dalla maggioranza dei fisici, insita nella materia per agire fra particella e particella e corpo e corpo. Spinto alle sue ultime conseguenze, un tale principio riduce la materia a semplici centri di energia potenziale, specie di centri astratti di massa, da cui avrebbero origine la gravitazione e tutto le manifestazioni che darebbero corpo a quest'ombra di materia.

Abbiamo veduto però quanto sia errato anzi assurdo un tale principio e come sia bastata l'ipotesi di Le Sage per mettere in iscompiglio il campo scientifico.

L'ipotesi di Le Sage infatti, per quanto fantastica ed artificiosa, aveva pure il merito di proclamare un principio assoluto di meccanica che solo poteva dare la spiegazione della gravitazione. È il principio medesimo su cui si basa la mia teoria eterea della gravitazione che io immaginai ignorando l'ipotesi di Le Sage, ma al quale ad ogni modo spetta il merito della prima idea.

È strano poi, che la teoria dinamica si trovi in contraddizione colla stessa propria definizione, poichè ammettendo i centri di forza, che rappresenterebbero l'essenza intima della materia, parte dal preconconcetto che in tali centri sia accumulata una dotazione di forza, che dovrebbe trovarsi

allo stato potenziale e cioè *statico* e non *dinamico*.

La teoria corpuscolare invece, ammettendo un substrato materiale atomico, su cui hanno per così dire il loro punto d'appoggio le forze, riconosce implicitamente il dinamismo, cioè il movimento degli atomi, poichè, nè col solo movimento, che è un *non senso*, nè colla sola massa, può esservi energia. I due termini non possono essere disgiunti e quindi la teoria corpuscolare è forzosamente anche dinamica.

La teoria corpuscolare interpretata veramente in modo razionale, risponde, come si vede, al principio fondamentale della teoria meccanica, che deve considerarsi anche il fondamento di ogni altra legge fisica.

Spinta adunque l'analisi della materia al di là dell'atomo, si può concludere che il principio teo-

rico dell'inerzia della materia rimane sempre fermo, anche se in luogo del vecchio atomo convenzionale, che si rivela un organo tanto complesso, viene immaginata la particella infinitamente più piccola, estrema suddivisione della materia, che corrisponde alla vera particella elementare dell'etere e dell'Universo, la quale, colla sua velocità di vibrazione immensamente grande, riempie interamente gli spazi.

Tale particella sarà di una piccolezza inconcepibile, ma pur tuttavia dotata di massa, e deve considerarsi veramente inerte, suscettibile cioè di dare o di ricevere energia dall'esterno, conforme la teoria meccanica, diminuendo od aumentando la propria velocità di vibrazione.

Di tale principio teorico fondamentale sembra non si tenga abbastanza conto dai fautori delle teorie moderne della materia e infatti, la tendenza

che si ha in molti a considerare l'elettricità un ente a sè, distinto dalla materia e dal movimento, trovasi evidentemente in contrasto colle leggi fondamentali della teoria meccanica.

All'etere ed alla materia, considerati dalla pluralità degli studiosi come i due soli principî fondamentali dell'Universo, dovrebbe aggiungersi l'ente elettricità, rimettendosi così in onore il vecchio fluido elettrico.

Ma a tale riguardo le idee sono molto incerte e confuse.

Quando si dice infatti che l'atomo d'idrogeno, che è il più piccolo conosciuto, è costituito, p. es., di 1800 elettroni e che gli atomi degli altri elementi ne avranno un numero proporzionalmente maggiore, si dovrebbe concludere che ciò che noi diciamo materia non sia che la riunione di elementi elettrici, come ormai generalmente si am-

mette, conforme la teoria elettrica.

Ma altri parlano invece di elettroni e di ioni che sarebbero solo di scorta, cioè di accompagnamento alla vera materia nei vari trapassi e trasformazioni.

Si crede anche da qualcuno di poter negare alla materia il suo unico e vero attributo, cioè la massa o inerzia, la quale massa non sarebbe che una manifestazione di un fenomeno elettrico.

Di fronte ad una tale conclusione che tende a sconvolgere ogni principio di meccanica, non si può non rimanere perplessi e disorientati: che rimane infatti della materia quando sia spoglia della sua massa?

Evidentemente la scienza in tale arduo argomento deve fare ancora troppo cammino e perciò può spiegarsi come possano sussistere tante incertezze e lacune.

Molti fisici, abituati a maneggiare il calcolo, credono non di rado più a questo che al proprio razionamento e giurano volentieri sui risultati di una formula, anche se per caso possano urtare contro la logica ed il buon senso. La matematica però è veritiera semprechè le premesse siano giuste; i risultati di una formula sono infallibili purchè i termini non siano errati o arbitrari.

Tali riserve non sembreranno fuori di luogo se si considera che appunto a certe conclusioni illogiche si giunge per via di calcoli dagli stessi scienziati, che ancor oggi mostrano una insanabile errata concezione dei principî fondamentali della meccanica. Essi parlano infatti dell'energia di moto per distinguerla dall'energia di posizione ed energia potenziale e noi sappiamo quanto siano errate tali espressioni che sembrano derivare dal vecchio concetto della teoria dinamica, che

ammetteva la materia costituita di centri astratti di energia.

Con tali concetti si comprende come possano ammettersi senza difficoltà, la materia senza massa, l'energia senza movimento e finalmente anche l'elettricità elemento a sè come dotazione fissa inesauribile di centri astratti; tutte assurdità che possono tener compagnia al vieto pregiudizio dell'azione in distanza.

Per noi non vi ha che un solo elemento costitutivo dell'Universo e questo è l'etere, il quale, ben considerato, si identifica colla massa o inerzia: la materia non è che un derivato di tale elemento, intermediario l'atomo elettrico o elettrone che nasce col primo raggruppamento dell'etere.

Ciò che dicesi elettricità non sarebbe che la prima manifestazione dell'energia dell'etere, per cui avviene il trapasso dall'etere alla materia.

L'elettricità adunque non è che una forma di energia, ogni energia è movimento, ma non vi è movimento senza una massa che si muova, dovendo tutto riassumersi nella solita formula mv^2 , che può considerarsi la più semplice espressione in cui si compendia qualunque forma di energia dell'universo.

Perciò si potrà spingere il calcolo e le indagini oltre l'analisi più minuta e trascendente, ove si crede di poter raggiungere e svelare l'elettricità nella sua essenza intima, non si troverà che massa e movimento, ovunque e sempre.

PARTE TERZA

L'Universo - Ipotesi cosmogoniche.

CAPITOLO I.

Dell'Universo e della sua energia.

Ipotesi cosmogoniche e solari.

L'Helmholtz diceva²⁵: *Il primo assioma per gl'investigatori della natura, deve essere che la natura sia per noi intelligibile, altrimenti sarebbe follia di tentarne lo studio.*

Partendo da tale assioma sul quale veramente si potrebbe fare qualche riserva, lo Snider²⁶ esce in queste conclusioni:

"Se il cosmos del quale siamo parte, è infinito, esso riuscirebbe inintelligibile, poichè l'infinito

25 C. SNIDER, *Le nuove scienze* (traduzione italiana, F.lli Bocca, pag. 89).

26 C. SNIDER, *Le nuove scienze.*

sfugge alla nostra intelligenza. Se è infinito in estensione, infinito in volume, esso conterrebbe forze infinite, attraentisi per spazi infiniti, e che muovono gli oggetti con velocità infinita. Se le sue parti sono infinitamente divise, la combinazione di queste parti sarebbe infinita in varietà ed in azione. Per quanto sappiamo, nulla vi è nei fenomeni naturali che suggerisca una simile conclusione. La natura è semplice e perciò facile a capirsi (?). Perchè l'Universo è immensamente vasto non ne viene implicitamente che esso sia infinitamente vasto. Perchè esso risulta composto di un numero immensamente grande di soli non ne scaturisce implicitamente che questo numero sia innumerabile. Se esso è limitato in estensione o in volume, l'intelligenza umana troverà bene un mezzo per misurarlo e pesarlo. Perchè le sue parti sono immensamente piccole

non ne deriva, a lume di logica, che il processo di divisione possa essere spinto all'infinito. Probabilmente esiste un substrato materiale o granulare o continuo e se esiste un tale materiale piccolissimo, si arriverà un giorno a conoscenza di tutte le sue proprietà ed azioni".

La natura è quella che è e non come può far comodo a noi di considerarla e si badi che per voler rendere semplice e accessibile il problema invece non si complichino e non si intorbidino. Infatti io non so veramente come possa ritenersi più intelligibile un universo finito che lascerebbe senza risposta la domanda inevitabile, istintiva: dato l'universo limitato, al di là di questo che cosa si trova? il nulla, forse? ma il nulla è forse più accessibile alla nostra intelligenza di quello che possa essere l'infinito? Non sarà forse più facile a comprendere e più naturale l'ammettere che al di là

del nostro cosmo, che noi vediamo e misuriamo coi nostri strumenti e fuori affatto da ogni possibile indagine, esistano altri cosmi, altri aggregati di materia e di stelle e così all'infinito? Come si può dubitare che l'Universo contenga forze infinite? L'intelligenza umana troverà senza dubbio il mezzo di misurare e pesare l'Universo, anzi a questo è in parte arrivata, ma sempre considerato il nostro cosmo, come una parte di un immenso tutto.

Tutte le stelle che noi vediamo coi più potenti strumenti possono far parte di un unico ammasso; ma fuori di questo ammasso, al di là delle più lontane nebulose, completamente fuori della portata dei nostri cannocchiali, possono, anzi devono esistere altre stelle, altre nebulose, altri ammassi. Ma si obietta che se le stelle fossero infinite, la volta celeste non dovrebbe presentare al-

cuna macchia oscura e ci apparirebbe completamente bianca e luminosa, anzi, che l'Universo dovrebbe essere infuocato e coll'attrazione infinita.

A sostegno di ciò si ricorre a questo argomento:

È stato calcolato²⁷ che i numeri delle varie grandezze delle stelle dalla prima, alla seconda, alla terza grandezza e successivamente fino ai numeri più piccoli visibili coi maggiori ingrandimenti, aumenta secondo la progressione di 1-3-9-27 ecc. e cioè che il numero delle stelle della seconda grandezza è circa tre volte quella della prima; le stelle della terza grandezza sono circa tre volte quella della seconda e così di seguito.

Si deve tener conto poi che ogni stella di un dato numero ha una quantità di luce che corrispon-

²⁷ BARTOLI, *Scienza cosmica*, pag. 60.

de ai $4/_{10}$ del numero precedente, ma essendo tre stelle di fronte ad una, si ha che la somma della loro luce equivale a $4/_{10} \times 3$ cioè $12/_{10}$. Così la somma complessiva di tutta la luce di una data grandezza di stelle è di $2/_{10}$ superiore della somma della luce del numero precedente. In tal modo crescendo la luce totale successivamente coi numeri più piccoli, se non si ammette che vi sia un limite nel numero delle stelle, il cielo dovrebbe apparire tutto un fuoco.

Ma questo ragionamento nasconde un paradosso ed è facile dimostrarlo.

Secondo gli astronomi, ad occhio nudo non si possono vedere che le stelle fino alla 6^a grandezza²⁸. Pel nostro occhio, adunque, tutti i milioni di stelle scoperti coi telescopi e che potranno forse scoprirsi ancora con istrumenti più potenti, è co-

²⁸FLAMMARION, pag. 718.

me se non esistessero, sebbene teoricamente la somma totale della luce sia sempre in aumento. Infatti, che importa che tre stelle separate e lontane l'una dall'altra, abbiano una luce complessiva maggiore di un'altra stella, quando questa appunto per la sua maggiore forza luminosa concentrata in un sol punto arriva ad impressionare l'occhio?

Cogli strumenti si aumenterà la potenza visiva, ma anche per questi vi sarà un limite, oltre il quale gli spazi, fra stella e stella sembreranno neri e privi di stelle, anche se vi saranno, come non si può dubitare, altre miriadi di stelle, ma tanto lontane da non essere sensibili agli strumenti più potenti e più perfezionati.

Se ciò vale per la luce, a più forte ragione deve valere per l'attrazione, la cui influenza cessa anche per le stelle più vicine.

Ecco perchè non si può escludere che le stelle possano essere anche infinite.

Noi ci troviamo di fronte a due infiniti: l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo: il voler limitare l'Universo all'ammasso luminoso di stelle e di nebulose da cui siamo circondati, è gretto ed artificioso: come è gretta l'idea che la dotazione di energia sia limitata alla quantità di cui sono dotate le stelle a noi visibili.

Questo è il problema che più preoccupa gli studiosi e formerà argomento principale delle pagine seguenti.

Dove ha origine l'energia degli astri, e che avviene di quella che dagli astri incessantemente emana e irradia negli spazi? È essa perduta per sempre, o vi ha un processo pel quale essa venga raccolta e di nuovo utilizzata?

L'idea dominante è che l'Universo, quale lo ve-

diamo, abbia avuto un principio e debba avere inevitabilmente un fine per la dissipazione dell'energia per la quale, secondo ogni apparenza, manca qualunque possibilità di ricupero. A tale idea sono, in generale, improntate le varie ipotesi, delle quali faremo una breve rivista.

Sorvolando sulla celebre ipotesi di Kant-Laplace, a tutti nota, la quale del resto non tende a spiegare che un breve episodio dell'infinita esistenza dell'Universo, accennerò ad alcune ipotesi più in voga.

Il problema generale dell'Universo si collega al problema dell'origine dell'energia solare, dal quale prenderemo le mosse.

Il Sole ha un diametro di 1.382.000 chilometri, cioè circa $108 \frac{1}{5}$ volte il diametro terrestre, e vuol dire che è tanto grande da contenere in sé quasi due volte il diametro dell'orbita lunare intorno alla

Terra. Il volume del Sole è 1.280.000 volte il volume terrestre e tenuto conto della densità del Sole, che è circa $\frac{1}{4}$ di quella della Terra, esso rappresenta presso a poco 324.000 volte la massa terrestre.

Esso si trova ad un altissimo grado di incandescenza, probabilmente alla temperatura di parecchi milioni di gradi, ed il calore che emana dalla sua superficie è così intenso, che fonderebbe il nostro globo come cera se venisse a porsi al posto in cui trovasi la Luna (C. A. YOUNG, *Il Sole*).

Fu anche calcolato che, se il Sole fosse un solido di carbone che bruciasse nell'ossigeno, non potrebbe fornire che per soli seimila anni la quantità di calore che irradia attualmente; e non ostante una così enorme emissione di calore, è ormai fuori di dubbio che la sua temperatura non ha subito variazioni sensibili, dai primi tempi della sto-

ria dell'uomo.

Ma la Geologia risale ad epoche ben più remote, forse di più milioni di anni e da questa si può dedurre che, se ebbe luogo un raffreddamento, questo deve essere stato estremamente lento, tanto da essersi reso forse appena sensibile nel corso di un'intera epoca geologica.

Ammettere che sia un globo incandescente che vada lentamente raffreddandosi, e che sia dovuto alla sua enorme grandezza se ancora si mantiene caldissimo, non è certamente possibile.

Da che cosa dunque proviene tanta energia? Una causa, senza dubbio, deve esservi per la quale il Sole rigeneri tutta o parte dell'energia che va con tanta prodigalità disperdendo.

Accennerò all'ipotesi detta *Meteorica* del Mayer.

Un corpo nello spazio, senza velocità iniziale,

che si trovi a grandissima distanza dal Sole, cadendo su questo, all'ultimo istante avrà assunto una velocità di 616 chilometri per minuto secondo. Nell'urto, tutta la forza viva acquistata dal corpo, si trasformerà istantaneamente in calore, e con la formula $mv^2/8338$ si potrà trovare che un corpo di un chilogrammo cadendo sul Sole con la velocità accennata, svilupperà circa 45 milioni di calorie. Qualunque combustibile il più ricco, bruciando nelle migliori condizioni, non potrebbe sviluppare che un numero di calorie senza paragone minore.

In base a questo principio si è immaginato che sul Sole abbia luogo una continua pioggia di materiale meteorico, sufficiente a rifornire al Sole il calore che va perdendo per irradiazione.

Una caduta di materiale meteorico ha luogo con qualche frequenza anche sulla Terra, ed evi-

dentemente, tenuto conto della enorme massa del Sole che fa sentire la propria influenza preponderante oltre i limiti del nostro sistema, si comprende come la caduta delle meteore nel grande astro, debba essere senza confronto maggiore, e perciò l'ipotesi sembra a tutta prima accettabile ed ebbe anzi, un tempo, un certo favore.

Bisogna però considerare che la superficie del Sole emana costantemente una quantità di calore che viene calcolato pari a 18500 calorie per secondo e per ogni metro quadrato, e quindi, colla cifra già accennata di 45 milioni di calorie prodotte dalla caduta di un chilogrammo, si può dedurre come siano necessari grammi 0,4 di materia per secondo, e cioè chilogrammi 12500 circa per ogni metro quadrato di superficie e per anno, per rigenerare nel Sole il calore che viene disper-

so (FAYE); come si vede, una vera pioggia di materia.

L'aumento che subirebbe in tal modo il Sole, non sarebbe invero molto grande: solamente un 26 milionesimo per anno: tuttavia, in mille o due mila anni l'effetto sarebbe sensibile abbastanza da produrre delle perturbazioni nel nostro sistema, il che viene escluso coi dati oramai consacrati dalle osservazioni di più secoli.

Si crede anche, che se la materia fosse così abbondante negli spazi, la Terra ne dovrebbe incontrare molta di più, tanto che la sua temperatura alla superficie dovrebbe superare quella dell'acqua bollente (YOUNG).

Ma l'ipotesi del Mayer, che aveva di mira in ispecial modo la spiegazione della conservazione dell'energia del Sole, fu più recentemente da altri,

come il Lockyer ed il Chamberlin²⁹, invocata per spiegare l'origine dei pianeti e delle stelle, in completa sostituzione della teoria della nebulosa.

Tale ipotesi, adunque, suppone che i grandi ammassi di materie costituenti i pianeti, il Sole e le stelle, sieno dovuti al graduale agglomerarsi di meteore sparse un giorno uniformemente nell'Universo, da prima attratte verso qualche nucleo leggermente prevalente e poi successivamente ingrandito fino a dominare colla propria mole ognora crescente per un vasto raggio intorno.

Da questa pioggia incessante di piccoli corpi, che un tempo dovevano essere naturalmente molto più abbondanti, avrebbe avuto origine an-

29 S. ARRHENIUS, *Il divenire dei mondi*, traduzione italiana del Dott. A. Levi, pag. 101 (Soc. Editrice Libreria, Milano).

che lo stato incandescente delle stelle.

Questa ipotesi, che ha il suo lato molto interessante ed appare forse più logica e meno artificiosa dell'ipotesi di Laplace, non è esente dal difetto comune: spiega, cioè, o tenta spiegare una piccola parte del problema, ma lascia insoluto il problema principale dell'origine prima e della fine dell'Universo e della sua energia, perchè, presto o tardi, dovrà esaurirsi la riserva delle meteore.

L'ipotesi più accreditata per spiegare l'origine dell'energia del Sole è quella proposta dall'Helmholtz, della concentrazione solare. Tale ipotesi, in sostanza, si basa sullo stesso principio su cui si basa l'ipotesi meteorica colla differenza che, in luogo d'invocare l'intervento di materia dallo spazio, estranea al Sole, si vale della materia stessa solare.

Un corpo in moto cede la stessa quantità di ca-

lore tanto se viene fermato bruscamente, quanto a poco a poco. Ammettendo che il Sole sia un globo gassoso, la sua contrazione darebbe origine ad uno sviluppo di calore, proporzionato alla diminuzione del suo diametro. Ma a tale emissione di calore contribuisce tutta intera la massa del Sole; così una particella superficiale si avvicina al centro di una quantità uguale alla diminuzione del raggio solare, e invece una particella, posta nell'interno, si muove meno e sotto l'impulso di una forza attrattiva minore.

L'Helmholtz avrebbe dimostrato che una contrazione non maggiore di 75 metri del diametro solare, potrebbe rifornire il calore perduto in un anno. Tale contrazione è veramente assai lenta e per noi impercettibile, poichè richiederebbe un periodo di 9500 anni per raggiungere i 724 chilometri, corrispondenti ad 1 secondo d'arco nel dia-

metro apparente del Sole.

Riporto a questo punto ciò che dice Young nella sua opera *Il Sole* (p. 287, tr. it.)

"Se il Sole fosse completamente gassoso, noi potremmo con certezza asserire che esso deve diventare sempre più caldo; infatti, vi è il fenomeno curioso (ed a prima vista paradossale), per la prima volta messo in chiaro dal Lane nel 1870, che la temperatura di un corpo gassoso si eleva continuamente, mentre si contrae per la perdita di calore. Perdendo calore si contrae, ma il calore generato dalla contrazione è più di quello che basterebbe per impedire alla temperatura d'abbassarsi. Una massa gassosa, mentre perde calore per radiazione, deve dunque diventare nello stesso tempo più piccola e più calda, finchè la densità diventa così grande che le leggi dell'espansione dei gas toccano il loro limite ed ha principio la

condensazione in liquido. Pare che il Sole sia giunto a questo punto, se però esso non è ancora completamente gassoso come si può dubitare.

Ad ogni modo, per quanto noi possiamo saperne, la parte esterna, cioè la fotosfera, sembra essere uno strato di materia nuvolosa, precipitata dai vapori che costituiscono la massa principale: e la progressiva contrazione, ammesso che avvenga, deve avere per risultato un ingrossamento di questo strato, un incremento della porzione del Sole che è in istato di nube".

Secondo il Newcomb (YOUNG, p. 289) se il Sole mantenesse costantemente la sua attuale radiazione, in circa 5 milioni d'anni si ridurrebbe alla metà del diametro attuale, diventando per conseguenza otto volte più denso.

Data la densità media del Sole, che è quasi una volta e mezza quella dell'acqua, è lecito du-

bitare che in tutta la sua massa sia veramente gazofo, ma, sia comunque, mi pare che sul merito di questa ipotesi, si possa venire alla seguente conclusione:

Supposto che tutta la massa solare sia omogenea, cioè senza differenza alcuna fra il centro e la superficie e che sia quindi tutta intera la massa della densità media di 1,40 (essendo l'acqua distillata pari a 1), mi sembrerebbe già inutile preoccuparsi per stabilire in quale stato si trovi il globo solare e se possa essere interamente gazofo, come domanderebbe l'ipotesi di Helmholtz. Supponiamo pure che in quelle condizioni speciali la massa, sebbene così densa, si trovi in uno stato paragonabile al gazofo e che l'alto grado di densità dipenda dalla forte compressione. Non si potrebbe mettere in dubbio però, che questo gas affatto speciale, se tale si vuol chiamare, dovreb-

be trovarsi con le molecole tanto ravvicinate da risultarne una densità superiore a quella dell'acqua, ciò che vuol dire che si tratterebbe di una sostanza probabilmente non più oltre compressibile, mentre l'ipotesi deve ammettere che lo sviluppo di energia si debba ad un graduale addensamento, con sensibile diminuzione di volume.

La densità media da noi supposta per l'intera massa solare non si può naturalmente ammettere; il Sole all'esterno è indubbiamente gassoso e deve essere di una densità assai minore della media, mentre verso il centro dovrà essere, in conseguenza della grande pressione, di una densità molto superiore, avendo quindi una densità più volte quella dell'acqua, perciò credo che si possa senz'altro ritenere che il Sole nella sua porzione centrale sia già liquido.

Per tali ragioni, mi sembra che l'ipotesi perda gran parte del suo valore, quando non si voglia limitare il fenomeno della contrazione solare al solo involucro esterno indubbiamente gassoso, dovendo escludersi che vi partecipi il nucleo, perchè troppo denso e probabilmente liquido.

In questo caso, l'effetto utile risultante dal restringimento, per la piccola quantità della massa solare che vi partecipa, sarebbe assai piccola. In tal caso l'ipotesi, anche se vera, non basterebbe a dar ragione che di una piccola parte del calore irradiato dal Sole.

Non è, in qualunque caso, nè anche ammissibile, io credo, che possa il fenomeno del restringimento, prolungarsi fino a che il Sole raggiunga la metà dell'attuale diametro e una densità otto volte maggiore.

Tutto considerato, credo si possa concludere

che l'effetto della concentrazione solare è, nella migliore ipotesi, ben lontano dal compensare l'energia perduta.

Molti astronomi, fra i quali il Padre Secchi (*Le Soleil*, p. 275 e seg.), fra le varie cause a cui si possa attribuire la costanza della temperatura del Sole, mettono in prima linea, l'azione chimica fra gli elementi che lo compongono.

Per l'enorme eccesso di temperatura, probabilmente non esiste in condizione stabile alcuno dei composti che possono risultare dall'unione di uno o più elementi, trovandosi questi a contatto e mescolati allo stato chiamato di dissociazione. Questa condizione si verifica anche nei laboratori, potendosi, a determinate temperature, tenere in presenza due elementi che abbiano grande affinità chimica, senza che abbia luogo la combinazione. Raggiunto un dato grado di raffreddamento,

la combinazione avviene accompagnata da grande sviluppo di calore.

In questo stato di dissociazione trovansi senza dubbio in prevalenza gli elementi componenti il Sole e ciò rappresenta una ingente quantità di energia allo stato latente, pronta a svolgersi quando un sufficiente grado di raffreddamento permetta la combinazione dei varii elementi.

L'idrogeno, che trovasi in grande abbondanza almeno negli involucri, combinandosi coll'ossigeno, sviluppa 3830 calorie per ogni chilogrammo d'acqua prodotta.

È, come si vede, una bella riserva di calore, ma conviene concludere che anche questa non tarderebbe ad esaurirsi e in qualunque caso, è da ritenersi che si tratti di una scorta che potrà servire soltanto per un lontano ed ipotetico avvenire, quando il Sole sarà raffreddato al punto che pos-

sano combinarsi fra di loro gli elementi dissociati;
da questa possibilità allo stato presente, siamo
certamente ancora molto lontani.

CAPITOLO II.

Ipotesi di H. Faye e di S. Arrhenius.

Secondo la maggioranza degli astronomi, deve essere fuori di discussione che tutta la scorta di energia del Sole e di tutto il nostro sistema planetario, sia dall'epoca presente che dalle epoche passate, provenga dalla caduta o meglio dalla lenta precipitazione di tutta la materia, di cui l'astro ed i pianeti sono costituiti, che si trovava in origine diffusa in uno spazio immenso, più vasto di quello occupato attualmente dal nostro sistema.

Ma ecco come si può riassumere la storia del Sole e del nostro pianeta conforme l'astronomo

H. Faye³⁰.

Per la forza di attrazione la materia venne lentamente a condensarsi finchè ad un dato punto la temperatura incominciò ad elevarsi. Secondo calcoli attendibili, il lavoro di condensazione fino a ridurre il Sole allo stato attuale partendo dalla temperatura fredda originaria degli spazi, avrebbe dato origine ad una somma di calore pari a 14.500.000 (14 milioni e $\frac{1}{2}$) di volte la quantità di calore che si svolge attualmente durante un anno.

Compreso in questa quantità di calore vi sarebbe il calore immagazzinato, in virtù del quale, il Sole si trova alla temperatura attuale, ma non è compreso invece il calore che potrà ancora generarsi in avvenire per la graduale ulteriore sua

³⁰ *Sur l'origine du monde*. Paris, Gouthiers-Villars.

condensazione.

Ciò premesso, dato che il Sole avesse sempre irradiato anche in passato ogni anno tanto calore come al presente, si deve concludere perciò che esso è di un'origine relativamente molto recente.

Si dovrà però ritenere che se il primo processo di condensazione sarà stato molto lento e quindi l'irradiazione primitiva molto minore, per contro il periodo di massima attività solare sia ormai trascorso, tenuto conto che le epoche geologiche passate darebbero indizi sicuri di climi più caldi, dovuti, secondo ogni probabilità, ad una più energica irradiazione solare. Per tal modo, la quantità di calore irradiato in passato doveva essere maggiore e ciò abbrevia la durata presumibile dell'età del Sole.

D'altra parte, la stima più modesta che si fa dai moderni geologi della lunghezza presumibile del-

le varie epoche geologiche, sarebbe superiore ai 20 milioni d'anni (anzi da qualcuno si arriverebbe anche ai 100 milioni). Naturalmente qualunque stima anche solo approssimativa è impossibile; certo, il tempo richiesto dalle varie epoche geologiche non può essere che estremamente lungo.

Si sa quanto sia lenta l'evoluzione degli organismi: se si considera per quanti stadî quasi infiniti di perfezionamento sia passata la prima cellula organizzata per giungere agli animali superiori, ai mammiferi, si rende evidente che per tutto questo processo evolutivo, il tempo necessario debba essere stato lunghissimo: certamente di milioni e milioni d'anni.

Se adunque, conclude il Faye, il Sole non ha potuto fornire il calore necessario che per un periodo d'anni minore di quello che si può presumere sia antica la Terra, bisogna concludere che la

Terra sia più antica del Sole. Ciò è contrario all'ipotesi di Laplace che ammette che i pianeti dal più lontano al più vicino al Sole, siano successivamente formati dalla massa del Sole che andava mano mano restringendosi: "A meno che non si voglia, dice testualmente il Faye (p. 283), chiudere gli occhi e non si rifiutino fatti imbarazzanti a solo fine di ridurre la durata dei grandi fenomeni della storia naturale del nostro globo, bisogna bene concludere che il nostro globo è più antico del Sole; in altri termini, i primi raggi del Sole nascente hanno rischiarato una Terra già consolidata, già rimaneggiata dalle acque sotto l'influenza del solo calore centrale".

Il Faye adunque conclude, che la Terra si sarebbe già formata e consolidata mentre il Sole ancora non brillava. Per effetto adunque del solo calore centrale avrebbero avuto luogo i primi pro-

cessi di rimaneggiamento delle acque, sarebbero vissuti i primi organismi vegetali e animali durante lunghissime epoche geologiche, nelle tenebre o con una debole luce lentamente crescente dovuta al graduale concentrarsi e restringersi del Sole.

Evidentemente però con la conclusione del Faye, la difficoltà è soltanto girata, poichè la Terra in ogni caso proviene dalla primitiva nebulosa solare, per la quale si sarebbe già fissata una massima durata complessiva molto al disotto delle esigenze dei periodi geologici.

E poi, è ammissibile che intere epoche geologiche, forse le più lunghe della storia del nostro pianeta, lunghe cioè molti milioni d'anni, abbiano potuto svolgersi nelle tenebre e senza il concorso dell'astro centrale?

Questo mondo tenebroso come una gigantesca

fungaia, che abbia vissuto, come un letto caldo, del solo calore centrale, non persuade affatto. La luce è necessaria per la maggior parte degli organismi, quanto il calore; per i vegetali specialmente a clorofilla che vivono, si può dire, di luce.

Per non parlare che delle enormi vegetazioni dell'epoca carbonifera, nella quale la terra fu quasi coperta da una ininterrotta foresta, a cui possono forse appena paragonarsi le attuali foreste tropicali, come si possono ammettere tali vegetazioni lussureggianti con un Sole nebuloso senza luce e senza calore, mentre è più naturale l'ammettere che invece si trovasse in uno stadio di maggiore attività e di maggior luce?

E poi se la vita del Sole sembra troppo breve per aver potuto fornire l'energia per un così lungo periodo della storia del nostro pianeta, come mai la Terra, che è di tanto più piccola del Sole, avrà

potuto supplirvi? Ammesso che il calore centrale trasmesso attraverso la crosta abbia potuto in sui primordi mantenere la vita sulla Terra, ben presto l'ispessimento della crosta stessa lo avrà impedito. Sui primordi quindi, colla crosta sottile, il calore sarà stato eccessivo; più tardi, insufficiente.

La spiegazione adunque che vuol dare il Faye non soddisfa; ad ogni modo, ecco come prevede la fine del nostro sistema:

Secondo la sua ipotesi, il nostro sistema è destinato a durare indefinitamente, avendo in sè riunite tutte le condizioni di stabilità meccanica, per modo che può durare come si trova senza spesa di energia. Ciò invece non avviene nel caso speciale del Sole come si trova oggi, poichè per brillare consuma rapidamente l'energia che tiene immagazzinata e ciò condurrà inevitabilmente alla sua estinzione. Il Sole perde continuamente calo-

re, la sua massa si contrae e la sua fluidità andrà diminuendo, fino a che sarà resa impossibile la viva circolazione che alimenta l'irradiazione della fotosfera. Quando tale circolazione, che fa partecipare l'intera massa del Sole al dispendio di energia, sarà cessata, allora la brillante fotosfera sarà sostituita da una crosta opaca e oscura. La vita nella terra, da prima rifugiata sempre più verso l'equatore, dovrà finalmente estinguersi.

Forse qualche sviluppo accidentale di calore, dovuto alla rottura ed all'affondamento della crosta solare, ridarà all'astro un effimero splendore, come forse avviene in certe stelle nuove che brillano in cielo improvvisamente per scomparire in breve.

Quanto ai pianeti, questi continueranno a circolare attorno al Sole estinto. "Escluso questo movimento, rappresentante ultimo del turbine primiti-

vo della nebulosa che nulla potrebbe cancellare, il nostro mondo avrà esaurito tutta l'energia di posizione che la mano di Dio aveva accumulata nel caos primitivo".

Ecco adunque la fine di questo mondo a cui sembra preclusa qualunque ripresa di vita.

Accennerò ora ad una ipotesi di un autore attualmente molto in voga: l'Arrhenius.

L'Arrhenius per esporre una sua teoria colla quale tenta di spiegare la grande riserva di energia solare, prende le mosse da una ipotesi dovuta al Faye e che corrisponde presso a poco al concetto del Secchi, esposto nel suo trattato *Unità delle Forze fisiche*, a cui abbiamo più indietro accennato.

Nell'interno del Sole vi sarebbe una temperatura così elevata da scomporre qualunque sostan-

za nei suoi componenti elementari³¹. "Se gli atomi salgono poi negli strati esterni, essi si combinano fra loro e forniscono molto calore. Faye immaginò che sempre nuove quantità di atomi potessero salire dall'interno del Sole e formare alla superficie dei composti chimici. Ma se delle nuove masse devono salire alla superficie, quelle che c'erano prima devono ritornare verso l'interno, per essere ivi, per l'alta temperatura, chimicamente scomposte. E con ciò sarebbe consumato pressochè altrettanto calore quanto ne è guadagnato col sollevamento delle masse stesse alla superficie. Questa convezione quindi contribuisce solo a trasportare su alla superficie la provvista di calore. In questo modo la quantità di calore totale del Sole, se si valuta la temperatura media

31 S. ARRHENIUS, *Il divenire dei mondi*, traduzione italiana.

a sei milioni di gradi, coprirebbe il dispendio termico per circa tre milioni di anni".

La critica dell'Arrhenius è giusta e ragionevole, ma senza accorgersi però, nell'esporre un'altra teoria, cade nel medesimo errore.

"....Gli strati più alti del Sole sono contrassegnati da spettri a righe che corrispondono ad elementi chimici, mentre in fondo alle macchie solari si presentano dei composti chimici, che dànno degli spettri a bande. È assolutamente falso supporre che un'alta temperatura scomponga nei suoi elementi ogni combinazione chimica. La teoria meccanica del calore ci insegna solo che, col crescere della temperatura, si formano dei prodotti, la cui formazione va d'accordo con un assorbimento di calore. Così ad alta temperatura si forma dall'ossigeno, ozono, quantunque l'ozono sia di una composizione più complicata dell'ossi-

geno; sono consumate 750 (?) calorie perchè un grammo d'ossigeno si trasformi in un grammo di ozono. Poi sappiamo che nell'arco voltaico (circa 3000°) si combinano con consumo di calore l'ossigeno e l'azoto dell'aria: dalla stessa circostanza dipende il nuovo metodo per trarre acido nitrico dall'aria. Ancora con consumo di calore sono formati dai loro elementi carbonio e idrogeno i ben noti composti benzolo e acetilene. Tutti questi corpi solo ad alta temperatura possono essere formati dai loro elementi. Sappiamo poi dalla esperienza che in generale, quanto più alta è la temperatura a cui avviene un processo, tanto maggior quantità di calore viene in esso consumata.

"Una legge simile vale per l'azione della pressione. La pressione aumenta, ed alcuni processi che forniscono prodotti con volume minore, sono

favoriti. Se noi immaginiamo che una massa di gas precipiti dagli strati più alti del Sole a profondità sempre maggiori del corpo solare, come fanno i gas in una macchia solare, per l'aumentata pressione – questa cresce straordinariamente nell'interno del Sole, circa di 3500 atmosfere per km.³² – questa massa di gas formerà composti

32 Un chilometro d'altezza d'acqua corrisponde sulla terra alla pressione di 100 atmosfere. Se si avesse un liquido della densità media del sole, che è di 1,4, si avrebbe una pressione di 140 atmosfere. Poi bisogna naturalmente tener conto che la gravità sul sole è 27 volte maggiore e quindi in tal caso un chilometro d'altezza della massa solare rappresenterebbe 140×27 , cioè 3780 atmosfere. Ma si parte da un presupposto senza dubbio errato, poichè se 1,4 rappresenta la densità media del sole, questa all'intorno e ver-

più complicati. I gas che per la bassa pressione e l'alta temperatura erano scomposti in atomi nello strato più esterno del Sole (al di fuori delle nubi della fotosfera), in fondo alla macchia formano dei composti chimici, come dimostra l'analisi spettrale. Per l'alta temperatura questi composti consumano delle quantità enormi di calore per la loro formazione, e queste quantità di calore stanno a quella consumata nei processi chimici sulla terra pressochè come la temperatura del Sole sta a quella in cui si svolge sulla terra il processo chimico. Questi gas penetrano sempre più nel Sole e pressione e temperatura crescono sempre

so il centro potrà essere di molto superata, mentre negli strati esterni più superficiali si avrà una densità molto minore e quindi non si avranno certo le 3500 atmosfere per chilometro di profondità, come suppone l'Arrhenius.

più. Si formeranno prodotti sempre più ricchi di energia e sempre meno voluminosi. Noi dobbiamo quindi immaginare che nell'interno del Sole si trovino dei corpi che, portati alla superficie, si scomporrebbero con enorme sviluppo di calore e aumento di volume. Sono quindi da considerare come i più potenti esplosivi, a paragone dei quali la dinamite e la polvere pirica appaiono dei balocchi. Quest'è anche convalidato pel fatto che dei gas, quando penetrano attraverso alle nubi della fotosfera, possono scagliar fuori protuberanze con una velocità che raggiunge parecchie centinaia di km. al secondo: velocità che supera circa mille volte quella dei nostri proiettili più veloci. Agli esplosivi che si presentano nell'interno del Sole si deve adunque attribuire un'energia, che deve essere più di un milione di volte maggiore di quella dei nostri esplosivi (l'energia cresce come

il quadrato della velocità). Eppure questi esplosivi solari hanno ceduto già gran parte della loro energia nel passaggio dall'interno del Sole. Quindi ci riesce comprensibile che l'energia solare, invece di arrivare a 4000 anni, ciò che corrisponderebbe alla combustione di un Sole di carbonio, possa bastare per 4000 milioni di anni o anche di più, probabilmente fino a parecchi bilioni di anni".

Ho voluto riportare testualmente questo brano dell'Arrhenius onde non alterare eventualmente il suo concetto, così il lettore potrà meglio giudicare da sè.

Il processo grandioso da lui immaginato è basato sovra supposizioni gratuite ed arbitrarie, ma il più strano è che egli non si avveda di cadere nello stesso errore rimproverato poc'anzi all'ipotesi del Faye da lui combattuta.

Infatti, d'onde viene questa formidabile forza di

questi fantastici esplosivi un milione di volte più potenti della nostra dinamite se non dal Sole medesimo? E allora, che guadagno vi può essere nell'energia solare? Lo stesso Arrhenius, del resto dice, che tali composti *consumano quantità enormi di calore per la loro formazione*, cioè consumano un calore che già esisteva e che poi restituiscono.

Ammessi i cicloni a cui è dovuto probabilmente il fenomeno delle macchie solari, e cioè delle grandi correnti di gas discendenti spinti in basso da una prevalenza di pressione, analogamente ai cicloni terrestri, non è facile giungere alle conseguenze supposte dall'Arrhenius, di grandi correnti discendenti per profondità di migliaia di chilometri entro l'interno del Sole.

Perchè possano aver luogo tali correnti discendenti dovranno avere una corrispondente preva-

lenza di spinta, tale da vincere le migliaia ed i milioni di atmosfere di pressione. Verrà tale spinta dall'esterno? e come sarà generata? Se sono fenomeni che hanno qualche analogia coi cicloni terrestri, saranno probabilmente limitati agli strati più esterni del Sole e prodotti in ogni caso a spese dell'energia solare già esistente.

Evidentemente, per quanti processi si possano immaginare anche supponendo condizioni eccezionali completamente differenti dalle terrestri, sarà sempre assurdo l'ammettere che la forza possa essere aumentata a capriccio, e quindi se non vi ha qualche processo che in qualche modo importi dell'energia dall'esterno, per riparare alla perdita, il Sole sarà destinato in un tempo relativamente assai breve ad estinguersi.

CAPITOLO III.

La radioattività ed il calore terrestre e solare.

Abbiamo veduto come il radio ed i suoi composti presentino la singolare proprietà di sviluppare spontaneamente e permanentemente una piccola quantità di calore, per modo che possono mantenersi ad una temperatura di parecchi gradi superiore all'ambiente.

È certo che tale straordinaria proprietà è quella che più colpì l'immaginazione degli studiosi, ed era poi da aspettarsi che si ricorresse a tale fenomeno per tentare una spiegazione del calore centrale terrestre e specialmente del problema tanto controverso del calore solare.

Fu immaginato perciò che una certa quantità di

radio fosse mescolata alla materia solare e nel materiale del nucleo terrestre. Secondo il Tunzelmann, una proporzione di radio che raggiunga 4,6 parti in peso sopra 100 bilioni del materiale costituente il nostro globo, sarebbe sufficiente a compensare la perdita di calore che la Terra subisce per irradiazione. Come si vede, la quantità sarebbe invero molto esigua.

Naturalmente siccome la proprietà del radio non dura che un periodo limitato, bisogna ammettere che vi siano dei processi per i quali si ripristini il radio che scompare.

Senza ammettere ciò non si saprebbe spiegare come possa ancora esservi del radio in natura, per esempio nella Peckblenda, dato che l'origine di tale minerale è certo antichissima, forse di qualche milione d'anni.

La presenza dell'Elio, constatata in certe roc-

cie, sarebbe una prova che un tempo esse contenevano del Radio, ora esaurito, poichè l'Elio, come fu detto, si considera come il prodotto residuo delle emanazioni del Radio.

Si ammette che la Peckblenda che trovasi in Cornovaglia, abbia origine dal circostante granito, il quale contiene ancora, secondo R. J. Strutt, una parte di Radio, sopra un bilione. In tale granito si riscontrano anche tracce di Elio³³.

Anche pel Sole si ricorse all'ipotesi radioattiva per tentare una spiegazione delle origini dell'energia di tale astro.

W. E. Wilson nel 1903, in base ai dati esposti da Curie e Laborde³⁴ sulla quantità di calore emesso dal Radio, calcolò che la presenza di grammi 3,6 di Radio per metro cubo della materia

33 TUNZELMANN, op. cit., pag. 172.

34 TUNZELMANN, pag. 174.

solare, potrebbe dare ragione della somma di energia dispersa da quell'astro.

Data la densità media del Sole, pari a circa 1.4, un metro cubo pesa kg. 1400 e perciò la proporzione del Radio dovrebbe essere di $3.6/1400000$.

Veramente l'analisi spettrale del Sole non permise ancora di scoprirvi il Radio, ma vi si riscontra invece in notevole quantità l'Elio, il che darebbe una conferma indiretta della presenza di materiale radioattivo.

Non si deve ad ogni modo perdere di vista che il problema dell'energia solare deve essere considerato non soltanto dal punto di vista della quantità, cioè della somma di energia sviluppata, ma specialmente dal punto di vista della forma con la quale tale energia si manifesta e si svolge.

Infatti le protuberanze solari, che costituiscono il fenomeno più appariscente della grande attività

del Sole, sono, come sappiamo, dei giganteschi getti di vapori metallici e di gas lanciati fuori dalla superficie dell'astro con velocità che si calcolano di 4 a 500 chilometri per secondo e per altezze di centinaia di migliaia di chilometri.

Si hanno velocità adunque che possono raggiungere e superare 600 volte la velocità massima di una palla di fucile, e dato che si verificano nel Sole le medesime condizioni favorevoli che si realizzano nelle canne di fucile, dovrebbe esistere un esplosivo solare della potenza di non meno di 300000 volte quella delle nostre polveri, poichè l'energia richiesta deve ritenersi proporzionale al quadrato della velocità. Bisogna inoltre tener conto che la velocità originaria delle protuberanze solari deve ammettersi ancora molto maggiore, poichè avendo origine nell'interno del Sole, devono vincere da prima la resistenza della massa so-

lare e della densa atmosfera, oltrechè della forte gravità.

Già l'Arrhenius, come abbiamo or ora veduto, tentava di spiegare l'origine delle protuberanze con la presenza di esplosivi solari, che calcolava di almeno un milione di volte più energici della nostra dinamite, ed ora più recentemente³⁵ ricorse alla radioattività, per spiegare l'origine di tali esplosivi.

Si deve tener conto che i nostri esplosivi terrestri sviluppano la loro energia in causa di una disintegrazione molecolare: il fenomeno della radioattività, come già abbiamo veduto, consiste invece in una disintegrazione atomica, la quale darebbe luogo allo svolgimento di tutta l'enorme somma di energia che tiene unite le particelle ul-

³⁵ TUNZELMANN, pag. 179; vedi *La vita dell'Universo*, 1909, di ARRHENIUS.

tra-atomiche. Ebbene; si potrebbe immaginare che tale disintegrazione atomica, che ha luogo nel Radio molto lentamente, cioè in oltre mille anni, possa svilupparsi nelle condizioni del Sole, istantaneamente, e ciò potrebbe spiegare l'immensa forza di quei supposti esplosivi.

La presenza costante dell'Elio nel Sole, specialmente nelle macchie solari, verrebbe considerata in appoggio di tale spiegazione.

Secondo l'Arrhenius, l'origine di tali sostanze dovrebbe risalire ai primi stadi della formazione del Sole, quando temperatura e pressione dovevano essere in continuo aumento; poi successivamente hanno fornito e possono ancora fornire per molti milioni di anni le provvigioni di energia che furono assorbite nella loro formazione.

Ho cercato di riassumere le vedute dei fautori della teoria radioattiva applicata per spiegare il calore interno della Terra e della grande attività solare.

Non escludendo che come ipotesi possa avere qualche base scientifica, è d'uopo constatare che nessun fatto reale, nessuna osservazione diretta, si possono finora invocare in appoggio della stessa. Per quanto sia piccola la quantità di Radio stimata necessaria per mantenere la temperatura terrestre, pure siamo lontani da tale proporzione nella media esistente negli strati terrestri a noi conosciuti. La quantità necessaria potrà trovarsi più internamente, verso il centro; questo si potrà supporlo, ma è una semplice ipotesi gratuita.

Questa ipotesi inoltre con la quale si vorrebbe spiegare l'origine del calore terrestre, mi pare che presti il fianco ad una facile obiezione. Si calcola

adunque che basti una proporzione di 4.6 parti su 100 bilioni nel materiale terrestre, per mantenere la temperatura del pianeta, la quale si rende manifesta a poche decine di metri sotto la superficie; ma in tal caso il granito della Cornovaglia che contiene il Radio in una proporzione molto maggiore, cioè di 1 parte sopra un bilione e quindi di oltre venti volte più grande, dovrebbe essere caldo, cioè ad una temperatura superiore alle altre rocce.

Che dire poi dei minerali propri del Radio, nei quali si trova in una quantità industrialmente utilizzabile come la Peckblenda o la Carnolite? Dovrebbero essere costantemente caldi e forse roventi; le miniere da cui si estraggono dovrebbero essere caldissime, inabitabili. Come mai questi antichi depositi, quelle ganghe, rifiuti della miniera, diventati ora improvvisamente tanto preziosi,

attrassero soltanto in questi ultimi anni l'attenzione degli studiosi e degli speculatori? Tali depositi dovrebbero essere caldi in natura e perciò si sarebbero ben prima d'ora distinti dagli altri materiali.

Se l'energia solare si vuol spiegare con la presenza del Radio, perchè propriamente non fu dato di trovarlo nelle analisi spettrali delle infinite osservazioni del Sole?

Se vi è l'Elio costantemente nel Sole, non fu ancora dimostrato che un tale gas abbia esclusivamente origine dal Radio.

Forse ora si corre troppo con le deduzioni da una scoperta così straordinaria, ma troppo recente.

L'esperienza è ancora troppo breve, specialmente in considerazione della grande rarità del materiale radioattivo. Un milligrammo di Radio ot-

tenuto dopo costosissimi trattamenti e complicati processi, da tonnellate di minerale, rappresenta un così ingente capitale che non può essere alla portata che di pochi privilegiati studiosi.

Queste ovvie considerazioni giustificano la resistenza di qualche scienziato ad accettare tali nuovi ipotesi:

Così Lord Kelvin, il celebre scienziato inglese, si esprimeva a tale riguardo in una lettera al *Times*, in data 5 agosto 1906, da Aix-les-Bains³⁶:

"Per premunire contro un'avventata generalizzazione circa la trasmutazione degli elementi...., come una deduzione..... della produzione dell'Elio dal Radio". Egli protestava pure contro la ipotesi che il calore del Sole e della Terra fosse

³⁶ E. S. GREW, *Lo sviluppo di un pianeta*, traduzione italiana di E. Di Sambuy: nota a pag. 112.

dovuto al Radio: egli lo riteneva principalmente dovuto alla gravitazione³⁷.

"A questo replicò il signor Oliver Lodge esprimendo il rincrescimento che i fisici non fossero

37 È un'idea ormai vecchia che il calore del Sole e della Terra sia dovuto alla gravitazione: così appunto il prof. Vignoli, parecchi anni or sono, voleva spiegare il calore terrestre. (*Intorno alle cause del calore intercrostale terrestre nelle peregrinazioni antropologiche e fisiche*, Hoepli, 1898).

La gravitazione, cioè il peso, che determina una pressione, può generare calore, soltanto quando agisce su di un corpo elastico compressibile: così può avere qualche valore pel Sole, al quale principio può ridursi in ultima analisi l'ipotesi di Helmholtz, secondo la quale, il calore perduto dal Sole sarebbe rigenerato dalla diminuzione di volume che subirebbe gradatamente il

stati capaci di addurre con essi il veterano loro capo a convenire nei più recenti progressi di vedute.

Lord Kelvin, nel *Times*, del 20 agosto: ".....Non

globo solare, supposto gazzoso, in causa della pressione, come già abbiamo veduto.

Per la Terra, nelle condizioni in cui si trova presentemente, il caso è ben diverso: il Vignoli ammette senz'altro che il peso delle stratificazioni delle rocce determini uno sviluppo di calore nelle stratificazioni sottostanti, il che è evidentemente assurdo.

Data una pila di strati di più migliaia di metri di potenza, quelli inferiori avranno subito fin dall'origine, sotto la pressione in graduale aumento, un maggior costipamento, il quale se si fosse verificato in un sol tratto, invece che colla lenta progressione delle lunghe epoche geologiche, si

ammetteva, che vi fosse qualche valida evidenza sperimentale per dimostrare che il calore del Radio fosse sufficiente per spiegare il calore del Sole e la temperatura sotterranea".

sarebbe senza dubbio manifestato in un sensibile aumento della temperatura; ma ciò è subordinato ad una certa compressibilità della roccia, sotto la grande pressione. Questo si può concedere, ma invece, il voler ammettere che per la permanenza della pressione abbia a verificarsi un continuo sviluppo di calore, spiegando così i fenomeni vulcanici, è, ripeto, un assurdo che ognuno può intuire da sé.

CAPITOLO IV.

Della pressione di radiazione.

Ipotesi dell'Arrhenius³⁸.

Fu primo Keplero ad esprimere l'idea che la coda delle comete fosse costituita di materia respinta dal Sole e ciò in contrasto con la legge di gravitazione scoperta più tardi da Newton; il Newton per contro tentò spiegare l'anomalia della coda delle comete, paragonandola ad una colonna di fumo, che s'innalza nell'atmosfera, perchè più leggera dell'aria. È inutile dire che l'idea di Newton non ha alcun fondamento.

38 S. ARRHENIUS, *Il divenire dei mondi*, traduzione italiana del Dott. A. Levi, Società Editrice Libreria, Milano.

Il primo a formulare il principio della pressione esercitata dalle radiazioni luminose sulle superfici dei corpi fu Eulero, ed il Bartoli potè più tardi dimostrare nel 1876 che tale fenomeno è determinato da ogni specie di radiazione.

Si è potuto calcolare che la pressione dei raggi solari che cadono verticalmente sopra una superficie nera di un centimetro quadrato corrisponde a 2,75 mg. Ora siccome la forza d'attrazione dei corpi che tendono a cadere sul Sole, dipende direttamente dalla loro massa, la quale varia in ragione del cubo, mentre la superficie dei corpi varia solamente in ragione del quadrato, così si comprende che col diminuire del diametro delle particelle, diminuisce il rapporto per la gravità verso il Sole e la forza respingente delle irradiazioni fino a farsi equilibrio e fino a che finisce di prevalere la spinta della luce sulla forza di gravi-

tà.

In base a ciò l'Arrhenius calcolò che una gocciolina del peso specifico dell'acqua, del diametro di mm. 0,0015, si troverebbe nell'atmosfera solare in equilibrio e quindi se la gocciolina fosse ancora più piccola verrebbe invece respinta dal Sole, prevalendo la pressione della luce.

Lo Schwarzschild trovò che vi ha una relazione fra la grandezza della particella e la lunghezza d'onda del raggio incidente.

Le condizioni migliori per il fenomeno si hanno quando la circonferenza della goccia sia eguale alla lunghezza d'onda, e in tal caso la forza ripulsiva della luce supera di ben 18 volte la gravità. Diminuendo invece ulteriormente la grandezza della goccia la forza di radiazione diminuisce rapidamente, fino a che con una circonferenza minore di 0,3 di lunghezza d'onda, torna a prevale-

re la gravità. Con ciò si spiega come le particelle dei gas, per la loro estrema piccolezza, sfuggano alla forza ripulsiva della irradiazione³⁹.

Per questi calcoli si suppone che le goccioline riflettano totalmente le radiazioni, ma siccome questo in realtà non si verifica e non essendo la luce solare omogenea, l'azione massima che si avrebbe con una grandezza della goccia di mm. 0,00016 di diametro⁴⁰, teoricamente calcolata 18,

39 Trovo nel TUNZELMANN, *Problema dell'Universo*, pag. 193, che è errato ciò che ammette l'Arrhenius, che la forza ripulsiva della pressione di radiazione diminuisce oltre ad una data piccolezza della particella, prevalendo ancora la gravità. Una tale conclusione errata è dovuta, come dimostrò il Larmor, ad errore di calcolo.

40 Nota dell'Arrhenius. — Un cmc. d'acqua contiene 470 bilioni di tali gocce, ma una di queste

si riduce a poco più della metà, cioè circa 10 volte l'attrazione.

La forza massima di ripulsione corrispondente a 10 volte la gravità si ha dunque con le particelle del diametro di mm. 0,00016, supposte del peso specifico dell'acqua, ma se immaginiamo delle goccioline meno dense, la forza repulsiva aumenta, e infatti ciò si verifica nel caso delle comete per le quali si è calcolata una forza repulsiva, che arriva a 37 o 40 volte la gravità⁴¹. Perciò il materiale della coda cometaria dovrebbe essere

gocce contiene 36 milioni di molecole e ci sono probabilmente degli organismi che sono più piccoli di queste gocce.

41 Data questa grande forza ripulsiva ammessa pel materiale delle code delle comete, come avviene che le code aderiscono al nucleo anche quando la cometa si avvicina al Sole?

re molto leggero. Così per esempio delle goccioline di idrocarburi esposte ad intense radiazioni, come può verificarsi nel perielio, si possono carbonizzare trasformandosi in particelle spugnose di carbone che possono giungere a $\frac{1}{10}$ solamente del peso dell'acqua. La luminosità della cometa si spiegherebbe con la presenza di ioni negativi.

Del fenomeno della pressione luminosa del sole si avrebbe una prova dai grandi raggi della corona, che non di rado si protendono a grandi distanze dal disco solare, anche fino a 8 milioni di chilometri, cioè 6 volte il diametro solare.

Venendo al concreto, secondo l'Arrhenius, dal Sole si verifica, per il fenomeno della pressione di radiazione, una continua perdita di materia finalmente divisa, ma tale perdita non sarebbe tuttavia molto rilevante, poichè non raggiungerebbe la

quantità di materia che il Sole stesso guadagna invece per la caduta di meteoriti. Secondo l'Arrhenius, l'aumento che subirebbe il Sole per la caduta di meteoriti sarebbe di circa 300 miliardi di tonnellate all'anno, mentre la Terra riceverebbe in un anno una quantità di meteoriti, parte in forma compatta e parte sotto forma di polvere fina, con la caduta delle stelle cadenti, di circa 20.000 tonnellate⁴².

Insomma, il fenomeno della pressione luminosa non avrebbe che un'importanza assai limitata, poichè durante un bilione di anni il materiale disseminato nello spazio dal Sole non arriverebbe a $\frac{1}{6000}$ della sua massa, ed il Sole ad ogni modo ne guadagnerebbe di più coi meteoriti. Invece le stelle più luminose, più grandi e di più elevata

⁴² Non so quale attendibilità, anche solo approssimativa, possano avere queste cifre.

temperatura, potranno irradiare con maggior forza con una maggior quantità di materiale respinto dalla pressione luminosa, per modo che la perdita dovrà prevalere sulla quantità di materiale guadagnato coi meteoriti.

Ma che avviene di questo materiale sottratto sotto forma di pulviscolo dalle stelle, per opera della pressione luminosa?

Esso va a costituire la polvere cosmica che si trova disseminata negli spazi e che in parte almeno, aggregandosi in masse maggiori, darebbe origine alle meteoriti.

Infatti, come si può spiegare l'origine e la provenienza delle meteoriti che continuamente precipitano in quantità così rilevanti sul Sole e sui pianeti? Se fossero ancora porzioni residue disperse del materiale dell'antica nebulosa da cui avrebbe avuto origine il nostro sistema, come si

potrebbe ammettere che tale materiale non sia ancora esaurito? Ecco adunque che la polvere cosmica, sempre rinnovata per opera dell'irradiazione luminosa, può dare una spiegazione della provenienza delle meteoriti, la cui quantità negli spazi sembra inesauribile.

Infatti la fine struttura granulare dei meteoriti si presterebbe a tale ipotesi. I cosiddetti ferri meteorici consistono, secondo il Nordenskiöld, di un tessuto estremamente tenue di diverse leghe metalliche. Tutto indica che queste masse ferrose si siano formate per l'aggregarsi atomo ad atomo, di ferro, nickel, fosforo, ecc. Così può dirsi dei meteoriti rocciosi.

Si avrebbe così un continuo lentissimo scambio di materiali fra le varie stelle, ed anzi l'Arrhenius, riportandosi all'incommensurabile tempo passato, conclude che in origine le varie stelle potessero

essere costituite da elementi diversi e che tale differenza possa essere sparita col lungo andare del tempo. Le pietre meteoriche sarebbero in certo modo i campioni dei differenti materiali raccolti negli spazi.

Però alla formazione delle meteoriti concorrerebbe, secondo l'Arrhenius, una parte solamente del materiale disperso dalle stelle, mentre la porzione più rilevante continuerebbe il suo corso negli spazi, sotto l'influenza della spinta di irradiazione, fino all'incontro di corpi celesti.

Se si pone il peso specifico della particella pari a quello dell'acqua, e supponendo che la pressione di radiazione superi quattro volte la forza di gravità del Sole, tali particelle oltrepasserebbero l'orbita di Marte dopo 20 giorni, l'orbita di Giove dopo 80, quella di Nettuno dopo 14 mesi, raggiungendo il sistema solare più vicino che è quel-

lo dell'Alpha del Centauro dopo novemila anni.

La quantità maggiore di questa polvere cosmica dovrà rimanere librata nello spazio, per essere trattenuta nella sua migrazione, specialmente dalle nebulose, che cogli odierni progressi dell'ottica, si riscontrano ormai in ogni parte del cielo.

Le nebulose impedirebbero la dispersione delle polveri cosmiche agendo alla guisa di filtri. Le polveri sarebbero trattenute dalle masse gazoze di cui sono costituite le nebulose, trattenute in ispecial modo verso l'esterno dove si accumulerebbero insieme alle cariche elettriche, specie negative, di cui tali polveri sarebbero sature.

Raggiunto la tensione elettrica un certo grado, col lento accumularsi delle polveri, avrà luogo la scarica elettrica mediante la emissione di elettroni.

Da tale fenomeno avrebbe origine la luce delle nebulose non certo dovuta ad incandescenze, poichè la temperatura dei gas delle nebulose potrà essere forse appena di 50° sopra lo zero assoluto.

Così la parte esterna della nebulosa sarebbe luminosa e ciò corrisponde al concetto espresso da Herschel delle nebulose planetarie, che splendono come se fossero una coppa sferica cava di *materia nebulare*. A quella bassa temperatura, ben pochi gas possono sussistere e fra questi l'Elio, l'Idrogeno e perciò le nebulose splendono solamente della luce propria di tali gas.

Ora che abbiamo riassunto gli argomenti principali dell'ipotesi dell'Arrhenius, possiamo chiederci: ha esso risolto il problema dell'energia

dell'Universo, come mostrano di credere i suoi ammiratori? Bisogna concludere che siamo molto lontani da ciò.

Sarebbe necessario che tutta intera l'energia dispersa dal Sole venisse utilizzata nel trasporto della materia negli spazi, ma invece non si tratta che di un fenomeno secondarissimo che non può avere che un'importanza quasi trascurabile nell'economia dell'Universo.

Forse la sua ipotesi del pulviscolo potrà aiutare a risolvere i problemi delle comete, dell'origine dei meteoriti, delle aurore polari; faciliterà forse il problema delle nebulose, le quali in origine costituite prevalentemente di gas, agendo a guisa di filtri, potranno a lungo andare accumulare grandi ammassi di pulviscolo che agglomerandosi darà origine a nuove stelle, sempre bene inteso concedendo il tempo necessario, che non potrà es-

sere che estremamente lungo.

È un concetto geniale che potrebbe spiegare la possibile genesi delle nebulose dalla loro origine fino alla loro fine, nel grande processo di evoluzione dell'universo.

È elegante anche l'idea che fra la materia respinta dalla irradiazione e quella restituita dalle meteoriti, vi sia un continuo scambio ed un rimescolio di materiale fra tutti i corpi dell'universo, risultandone una unità di struttura e di composizione che in origine non poteva esistere.

Non parlo dello scambio di spore e germi vitali dispensatori di vita fra sistema e sistema, sempre per virtù della forza ripulsiva dei raggi e di cui non ho fatto cenno nel mio breve riassunto; è un'idea sui cui l'Arrhenius si sofferma con predilezione: essa non entra nel programma del mio libro.

Un'altra deduzione potrebbe trarsi dall'ipotesi

dell'Arrhenius, a cui egli non fa cenno: lo scambio di materia fra le stelle, per quanto di estrema lentezza, avrebbe, oltre all'ufficio di recare un equilibrio nella qualità del materiale delle stesse, anche nella quantità del materiale medesimo, poiché se vi sono stelle come il Sole che guadagnano più che non perdano, altre maggiori perderebbero più che non guadagnino, così le stelle minori tenderebbero lentamente ad aumentare e le maggiori a diminuire.

Non bisogna dimenticare però che la parte maggiore del materiale respinto dalle irradiazioni andrebbe ad accumularsi nelle nebulose, così nel complesso le stelle subirebbero una effettiva diminuzione.

Accettato il principio dell'ipotesi dell'Arrhenius e supposto che avesse una reale importanza per l'economia dell'Universo, credo si possano fare

varie obiezioni.

Non tutti i raggi delle radiazioni solari hanno il medesimo potere di respingere il pulviscolo; deve trattarsi in ogni caso di un fenomeno affatto secondario, che non potrà avere l'importanza nemmeno del fumo che sfugge per un camino in confronto di tutta la somma di calore sviluppata da un combustibile.

È certo che se soltanto una parte notevole dell'energia irradiata dal Sole e dalle stelle venisse impiegata nel trasporto di pulviscolo, l'universo ne sarebbe invaso, o almeno il nostro pianeta che si trova nelle immediate vicinanze del Sole ne avrebbe l'atmosfera offuscata. La Terra fa sentire la propria influenza attrattiva preponderante per un raggio che oltrepassa l'orbita della luna; i raggi solari, nell'attraversare tale zona, si spoglierebbero di gran parte del pulviscolo che

dovrebbe cadere con una lenta continua pioggia, il che non si verifica affatto. La forza ripulsiva dei raggi dovrà essere soggetta alla medesima legge della luce, variando nella ragione inversa del quadrato delle distanze, per modo che pur mantenendosi prevalente alla gravità solare nel medesimo rapporto originario, diminuisce rapidamente in ragione del quadrato delle distanze, così ogni pianeta, prevalendo fortemente colla propria attrazione formerebbe centro assorbente del polviscolo per un'ampia zona.

Questo evidentemente non avviene nella pratica, come possiamo constatare noi abitanti della Terra, o se pure, deve trattarsi d'un fenomeno insignificante a mala pena avvertito forse nelle aurore boreali.

Come si vede, il fenomeno, anche interpretato con tutto l'ottimismo, non può avere, non dico

l'importanza attribuitagli dagli ammiratori dell'ipotesi, ma, a mio modo di vedere, nemmeno un'importanza relativa come fenomeno concorrente al grande processo di evoluzione dell'Universo.

Siamo adunque ancora ben lontani dalla soluzione dell'arduo problema, o piuttosto, siamo sempre al medesimo punto in cui ci lasciano le molte altre ipotesi. A poco giova infatti ch'io spieghi l'utilizzazione di una minima parte solamente dell'energia dispersa, quando la maggior parte sfugga fatalmente verso gli spazi, senza che si intraveda alcuna probabilità di ricupero: la fase finale sarà solamente ritardata, ma il problema non sarà ancora risolto.

CAPITOLO V.

Il principio dell'Entropia applicato all'Universo.

Dopo questa rapida rivista delle principali ipotesi cosmogoniche più celebri, credo utile di soffermarmi brevemente per accennare al principio detto dell'Entropia che si è creduto erroneamente di poter applicare all'Universo, partendo dal presupposto che sia dotato di una quantità limitata di energia destinata ad estinguersi.

Col termine di Entropia si definisce nella fisica quella porzione interna di energia di un sistema che non può venire utilizzata in lavoro.

Per il principio di Carnot⁴³, il lavoro che si può

43 G. W. TUNZELMANN, pag. 225.

ottenere da una data quantità di calore e da una macchina idealmente perfetta, è indipendente dalla natura della macchina ed è proporzionale alla quantità di calore impiegato.

Se la trasformazione, cioè il lavoro, fosse compiuto in modo perfetto, esso potrebbe a sua volta essere trasformato in altro lavoro in senso inverso, ottenendosi quello che dicesi *ciclo reversibile*. In pratica ciò non può aver luogo essendovi sempre una dispersione, uno spreco di energia, ciò che fu chiamato da William Thomson (Lord Kelvin) *dissipazione di energia*.

Roberto Clausius, analizzando il principio di Carnot, trovò che il calore impiegato in un dato lavoro, diviso per la temperatura assoluta, cioè a partire dallo 0° assoluto che è a 273° sotto lo zero normale, dà un quoziente il quale rappresenta la quantità di energia che non può essere più ri-

cuperata.

A tale quantità, che rappresenta il rapporto fra la quantità di calore di un corpo e la sua temperatura assoluta, Clausius diede il nome di *Entropia*, dal greco *trasformazione*⁴⁴.

Egli volle applicare tale principio all'Universo e proclamò: *L'energia dell'Universo è costante, l'Entropia tende verso un massimo*⁴⁵.

Possiamo immaginare un sistema di più corpi a varie temperature, perfettamente isolato, per modo che non possa ricevere o disperdere calore verso l'esterno.

Il calore passerà dai corpi più caldi ai più freddi del sistema fino a che non avranno tutti raggiunto l'equilibrio, cioè quando saranno tutti ad una temperatura uniforme, qualunque sia il grado di tale

44 TUNZELMANN, pag. 225.

45 ARRHENIUS.

temperatura.

Così, secondo Clausius, dovrà avvenire dell'Universo e si avrà allora la *morte del calore*, cessando ogni scambio fra corpo e corpo.

W. Thomson ha dimostrato che nell'Universo l'Entropia, cioè la porzione di calore che non può essere comunque utilizzata, deve crescere incessantemente, poichè tutti i processi hanno luogo in un solo senso. Dovrà perciò anche nell'Universo venire il momento, come nel sistema isolato da noi supposto, in cui ogni differenza di temperatura tra corpo e corpo sarà scomparsa: si avrà allora raggiunto il massimo dell'Entropia e avremo la morte dell'Universo. Perciò W. Thomson avrebbe fissato il seguente principio: "È impossibile per mezzo di un agente materiale non animato di ottenere lavoro meccanico, col raffreddare un corpo al disotto della temperatura dei corpi circo-

stanti".

Col principio della dissipazione di energia, se non vi sono processi a noi ignoti che agiscano in senso opposto, è necessario concludere che l'Universo non costituisce un sistema conservativo e quindi che abbia avuto un principio e vada fatalmente verso una fine, quando cioè tutta l'energia venga a confinarsi nei moti molecolari.

Tunzelmann e Arrhenius citano entrambi un curioso esempio proposto da Clark Maxwel.

Ecco come si esprime a tale riguardo il Tunzelmann (p. 232): "Maxwel ha indicato quella che appare essere la sola via all'infuori di questa difficoltà. La di lui illustrazione fornisce una prova perfettamente definita ed irrefutabile che la dissipazione dell'energia non è, persino secondo la nostra propria esperienza limitata, una legge naturale necessaria, in un Universo intelligentemen-

te diretto; ed il concetto di un Universo esistente da sè stesso e senza direzione, è tale concetto che diventa più e più insostenibile via via che si progredisce nell'addentrarsi nei misteri della Natura".

Maxwel premette che la dissipazione dell'energia è una conseguenza dell'imperfezione dei mezzi di cui disponiamo, mentre ciò non dovrà verificarsi in un Universo guidato da un ente superiore. Egli immagina che un recipiente pieno di un gas a temperatura perfettamente uniforme, sia diviso in due compartimenti con un tramezzo munito di porte che si possano aprire e chiudere senza dispendio alcuno di energia. Un essere intelligente, un *demone selettore*, dotato della più acuta sensibilità di percezione, aprendo a tempo debito le porte lascia passare dall'uno all'altro dei compartimenti le particelle del gas che si presen-

tano colla maggior velocità relativa, e viceversa lascia passare dal primo al secondo quelle che si presentano colla velocità relativa minore. Verrà il momento che uno dei compartimenti conterrà tutte le particelle del gas più veloci e l'altro tutte quelle meno veloci e tale risultato sarà ottenuto senza alcun dispendio di energia col solo impiego dell'intelligenza.

Se devo dire il mio parere, mi pare che questa ipotesi del Maxwell abbia un po' dell'ingenuo. Dato che vi siano velocità differenti nelle molecole di un gas a temperatura perfettamente uniforme, come si può prescindere da un'inevitabile resistenza offerta dalla spinta stessa delle molecole, all'apertura delle singole porte, anche dato pure che fossero eliminate le altre resistenze pegli attriti? E come si può immaginare che possa raggiungersi la separazione delle particelle più velo-

ci, cioè più calde, dalle altre meno veloci e più fredde, col semplice impiego di una volontà superiore, la quale infine non abbia a corrispondere ad un reale ed effettivo impiego di energia?

A che gioverebbe poi che questo essere superiore limitasse l'opera propria alla sola utilizzazione del poco margine di energia che fosse eventualmente rappresentato dalla differenza di velocità fra le molecole più veloci e le meno veloci? Bisognerebbe rendere libera la immensa dotazione che si trova allo stato di equilibrio interno, altrimenti l'Universo dovrà ridursi in breve allo stato inerte, se non vi fosse qualche altra causa di ricupero.

Del resto io credo facilmente dimostrabile che il principio dell'Entropia non è applicabile all'Universo, poichè questo non può in alcun modo essere paragonato al sistema perfettamente isolato che

abbiamo preso per esempio.

Un tale sistema infatti potrà ridursi ad una temperatura media uniforme cessando ogni scambio fra corpo e corpo, quando anche l'intero ambiente che contiene il sistema si riduca all'identica temperatura dei corpi che lo compongono: si avrà allora soltanto, per valerci del termine di Clausius, la *morte del calore*.

In queste condizioni il sistema avrà nell'assie-
me la medesima somma di energia originaria,
poichè abbiamo supposto che non possa riceve-
re nè perdere energia verso l'esterno, ma sarà
cessata ogni manifestazione di vita; avremo cioè
la morte del sistema.

Ma vale questo esempio per l'Universo? Po-
tranno verificarsi fra i corpi disseminati negli spa-
zi siderali le condizioni da noi supposte?

Dato che tutti gli astri siano destinati ad estin-

guersi, bisognerebbe ammettere che tutta la somma di calore da essi posseduta venisse immagazzinata nello spazio ambiente, il quale subisse un corrispondente aumento di temperatura: l'Entropia completa verrebbe raggiunta quando gli astri raffreddandosi e gli spazi riscaldandosi venissero a trovarsi ad un'unica temperatura uniforme.

Ma si deve tener conto che gli spazi vuoti di materia e occupati soltanto dall'etere, sono atermici, non nel significato comune di essere cattivi conduttori di calore, ma nel significato di non essere suscettibili di temperatura alcuna, pur costituendo il veicolo di trasmissione del calorico irradiato dagli astri.

Un termometro nel vuoto degli spazi spogliandosi per irradiazione del calore proprio, potrà risentire l'influenza diretta delle irradiazioni calorifi-

che degli astri, ma non potrà indicare alcuna temperatura propria dell'etere, poichè tale fluido trasmette le vibrazioni calorifiche che fanno riscaldare i corpi esposti ai raggi diretti delle sorgenti calorifiche senza per sè stesso riscaldarsi, nello stesso modo col quale trasmette le irradiazioni luminose, senza essere per sè stesso luminoso.

Così non è il caso di dire che l'etere degli spazi si trovi allo zero assoluto o pure che abbia una temperatura qualunque, ma sarà molto più esatto il dire che non è suscettibile di alcuna temperatura. La temperatura degli spazi, che fu oggetto di molti studi ed induzioni, dovrà evidentemente riferirsi piuttosto agli strati più alti dell'atmosfera terrestre: perchè vi sia una temperatura qualsiasi occorre la presenza di materia, suscettibile di movimenti termici, da non confondersi colle vibrazioni che propagano il calorico irradiante o la lu-

ce, le quali sono proprie esclusivamente dell'etere.

In conseguenza di ciò l'equilibrio termico fra i corpi celesti e gli spazi eterei non potrebbe mai avvenire, poichè i corpi stessi potranno continuamente perdere calore e gli spazi, cioè l'etere, prestarsi perfettamente alla sua totale dispersione verso l'infinito, senza che possa menomamente risentirne l'effetto. Nulla potrà perciò impedire che gli astri si raffreddino fino allo zero assoluto, cioè fino a che sia cessata nella materia degli astri ogni movimento termico.

Così il principio dell'Entropia non può essere applicata all'Universo.

CAPITOLO VI.

Del Sole.

Dal breve riassunto fatto delle principali ipotesi cosmogoniche, si può vedere che il problema dell'energia solare rimane sempre un enigma.

Il Sole perde incessantemente calore ed energia in tale quantità che nessuno dei processi conosciuti o immaginati, meccanici o chimici, può valere a riparare, e si dovrebbe necessariamente concludere che l'astro sia destinato ad estinguersi in un periodo relativamente assai breve.

D'altra parte la geologia ci offre la prova che i periodi passati del nostro pianeta, il quale ritrae l'elemento vitale dal Sole, devono essere stati così lunghi, che qualunque calcolo di durata di vita,

basato esclusivamente sulla supposta dotazione di energia proveniente dalla ipotetica nebulosa del nostro sistema planetario, riuscirebbe inadeguato.

Se il Sole fosse stato destinato a vivere solamente dell'energia propria, dovrebbe già essere da lungo tempo estinto, o dovrebbe almeno mostrare segni evidenti di un rapido esaurimento, mentre invece le varie lunghissime epoche geologiche a mala pena accennano forse ad una leggera diminuzione della temperatura solare.

Più avanti vedremo in qual modo si potrà spiegare l'origine dell'attività solare; intanto sarà utile farci un'idea il più possibile chiara della costituzione del nostro astro e dei grandiosi fenomeni che caratterizzano la sua prodigiosa attività.

Per il Sole e per le stelle vi ha il mezzo, mediante la formula detta di Wien, di calcolare la lo-

ro temperatura, valendosi degli spettri rispettivi.

Ogni linea dello spettro, come si sa, corrisponde ad un'onda speciale, di cui si conosce la relativa lunghezza: è noto anche che dal rosso al violetto, la lunghezza d'onda va diminuendo mentre aumenta il numero di tali onde nell'unità di tempo.

La più elevata temperatura, cioè il massimo potere calorifero delle irradiazioni solari, corrisponde al giallo verdastro⁴⁶, cioè ad una lunghezza d'onda di millimetri 0.00055.

Con la formula di Wien, dividendo la costante 2,89 per la lunghezza d'onda che si vuol calcolare e quindi nel nostro caso $2.89/0.00055$ si ottiene la temperatura in gradi centesimali assoluti di 5255, partendo cioè dallo 0° assoluto, che è 273° cent. sotto lo 0° normale.

46 ARRHENIUS, opera citata.

La superficie irradiante del Sole avrebbe quindi una temperatura di 5000° gradi, temperatura che deve essere aumentata fino a $600^{\circ 47}$ gradi, tenuto conto del potere assorbente dell'atmosfera solare e dell'atmosfera terrestre.

Questi calcoli, come si vede, riducono la temperatura del Sole a proporzioni relativamente modeste, ma si tenga conto però che tale temperatura riguarda la superficie radiante esterna, mentre nell'interno la temperatura deve ritenersi molto maggiore, forse di centinaia di migliaia di gradi.

Collo stesso processo, la temperatura della superficie delle stelle bianche, come Sirio e Vega, verrebbe calcolata di circa 1000° superiore; di qualche altra stella della categoria delle stelle rosse, la temperatura verrebbe calcolata anche di

47 Si deve intendere " 6000° " [nota per l'edizione elettronica Manuzio]

2500 gradi inferiore a quella del Sole.

La superficie del Sole non è unita, ma è costituita da granulazioni che esaminate attentamente non sono che nubi incandescenti analoghe alle nubi terrestri, determinate da correnti gazoze ascendenti di fuliggine e di vapori metallici condensati.

La superficie irregolare di questo denso strato di nubi costituisce la superficie del Sole che ci illumina e riscalda.

Le macchie sarebbero come grandi fori, cioè profonde depressioni sulla superficie solare, determinate da specie di cicloni, cioè da correnti discendenti, analogamente a quanto avviene nell'atmosfera terrestre.

Attraverso a queste grandi voragini, si può penetrare collo sguardo un po' addentro nello strato nuvoloso.

Al di sopra di questa superficie vi è la così detta cromosfera, che è un'atmosfera che involge tutto il Sole per uno spessore che si calcola di circa 8000 chilometri.

Al disopra della cromosfera, sporgono dall'orlo del disco solare, dove soltanto si rendono visibili, un gran numero di raggi, che furono paragonati per analogia alle erbe di un prato⁴⁸.

Tali raggi, che senza dubbio ricoprono l'intera superficie solare, assumono non di rado proporzioni gigantesche e ciò si verifica il più sovente lungo gli orli delle macchie solari, e limitatamente ad una determinata zona che si estende ai due lati dell'equatore senza occupare l'intero disco solare. Prendono il nome allora di protuberanze e si distinguono di due specie: metalliche e tranquille.

⁴⁸ ARRHENIUS, opera citata.

Questi grandiosi fenomeni che dànno una chiara idea della straordinaria esuberante attività solare, non si potevano un tempo che intravedere fugacemente durante i brevi momenti di qualche fortunata eclissi, ma ora invece possono venire esaminati e studiati a tutto agio ogni giorno, mercè l'impiego di speciali spettroscopi.

Invece quella che chiamasi corona, costituita da una meravigliosa aureola di raggi, che possono raggiungere la lunghezza di parecchi diametri solari, non può venire esaminata che durante l'eclissi totale.

Le protuberanze metalliche, così chiamate perchè constano di vapori metallici, sono getti ardenti che si slanciano fuori del disco solare con velocità di centinaia di chilometri per secondo, elevandosi a grandi altezze sopra la fotosfera.

L'altezza che raggiungono tali getti ardenti so-

pra la superficie del Sole è di 30 a 45 mila chilometri, ma non è raro che tocchino i 100 a 200 mila chilometri. Flammarion ne cita di 460 mila chilometri, cioè pari ad un terzo del diametro solare.

Young ne cita uno da lui veduto il 7 ottobre 1880 che misurava 13° d'arco cioè quasi 600 mila chilometri d'altezza sopra il lembo solare. Tale enorme protuberanza da un'altezza ordinaria di 65 mila chilometri si sviluppò fino alle dimensioni straordinarie accennate e poi rapidamente scomparve e ciò in appena due ore di tempo.

Le protuberanze mutano forma rapidamente ed il loro movimento ascensionale può quasi essere seguito dall'occhio dell'osservatore e la velocità di ascesa viene stimata superiore ai 300 chilometri per secondo; il Respighi ne calcolò della velocità di 600 a 700 e perfino di 800 chilometri per secondo. Anzi, secondo i calcoli del Proctor, la

velocità di 800 chilometri può anche essere superata, tenendo conto della resistenza dell'atmosfera solare, velocità sufficiente perchè una sostanza densa possa sottrarsi all'attrazione solare per non più ricadere.

Bisogna poi tener conto che l'osservazione della protuberanza si limita al solo orlo del disco, mentre il fenomeno può verificarsi su molta parte della superficie del Sole e perciò non si può neanche ammettere che l'uomo coi suoi strumenti possa essere stato precisamente spettatore delle fiamme più estese. Si può quindi ritenere come indubitato che possano aver luogo, forse frequentemente, getti ancora più giganteschi con velocità anche superiori di quelle osservate fin qui.

Le protuberanze tranquille assomigliano a masse di fumo che si elevano lentamente e si riscon-

trano su ogni punto della superficie del Sole e sono caratterizzate da una certa stabilità, poichè possono mantenersi anche oltre un'intera rotazione del Sole.

La materia della protuberanza si può vedere qualche volta ricadere sulla superficie solare, ma ordinariamente le protuberanze perdono del loro splendore dissolvendosi fuori dell'atmosfera.

L'analisi spettroscopica rivela che la luce della corona interna è dovuta in ispecial modo all'idrogeno e ad un gas sconosciuto a cui fu dato il nome di *coronio*, che si troverebbe in prevalenza nella parte più alta della corona interna.

La corona esteriore costituita dai raggi presenta lo spettro continuo caratteristico delle particelle solide o liquide incandescenti e su ciò si appoggia in ispecial modo la tesi dell'Arrhenius, secondo il quale la corona esterna del Sole sarebbe

dovuta alla pressione luminosa che respinge le piccole particelle, come abbiamo già veduto.

Il fenomeno delle protuberanze, cioè dei getti ardenti, può dare una chiara idea dell'immensa attività solare e degli sconvolgimenti che si manifestano.

Per quanto si debba, quando trattasi del Sole, fare astrazione dalle condizioni speciali in cui siamo abituati a considerare i fenomeni sulla Terra, riesce tuttavia difficile a persuadersi come dei getti puramente gassosi possano slanciarsi dal globo solare fino a quelle enormi altezze e con velocità di più centinaia di chilometri per secondo ed attraverso ad un'atmosfera densissima.

Come dice l'Young (p. 219), se il Sole fosse solido o liquido, si potrebbe capire il fenomeno, paragonandolo alle manifestazioni dei nostri vulcani, facendo le debite proporzioni colle dimensioni

del Sole, ma se è gazzoso, almeno per la massima parte, ed essendo la sua superficie luminosa o fotosfera costituita di nubi incandescenti, simili a quelle della Terra, tranne che le goccioline d'acqua vi sono costituite da goccioline di metallo, è difficile comprendere come tali nubi possano trattenere i gaz a pressione così elevata da determinare quelle eruzioni tanto violente.

L'Young darebbe la seguente spiegazione del fenomeno:

Il calore irradiato dal Sole dove determinare delle forti condensazioni dei vapori solari. La quantità di calore che irradia in un minuto viene stimata equivalente alla quantità di calore lasciato libero dalla condensazione di tanto vapore d'acqua capace di formare uno strato d'acqua alto due metri.

Ammettendo che il calore latente dei vapori so-

lari sia uguale a quello del vapore d'acqua, nelle nubi della fotosfera dovrebbe per conseguenza condensarsi per ogni minuto una uguale quantità di liquido, cioè per due metri d'altezza.

Se il liquido solare condensato fosse in tale quantità, non formerebbe già una pioggia, ma cadrebbe a strati, opponendo un forte ostacolo ai gaz provenienti dall'interno, i quali dovrebbero aprirsi a forza un passaggio, producendo anche delle vere esplosioni.

Tale spiegazione veramente non persuade troppo, poichè anche accettando che avvenga l'enorme condensazione ammessa dall'Young, bisognerebbe immaginare che per tutta la superficie del Sole si estendesse senza interruzione il grande strato liquido, il quale fosse capace di contenere i gaz a così alta pressione.

Ma forse le fiamme ed il getto delle protuberan-

ze non sono che la parte più appariscente del fenomeno e ciò con qualche analogia colle fiamme e col fumo in un colpo di cannone.

Ma una spiegazione soddisfacente di tale fenomeno difficilmente si potrà dare fin tanto che non siano eliminate le contraddizioni e le incertezze riguardo alla costituzione interna del Sole.

Finora infatti abbiamo parlato degli involucri del Sole, cioè della parte a noi visibile, ma rimane il problema della costituzione della massa solare.

Non essendovi dubbio che la temperatura del Sole nel suo interno sia elevatissima, forse di centinaia di migliaia di gradi, sembrerebbe di dover ammettere senz'altro che l'intera massa solare sia gassosa.

Ciò però è in contrasto con la densità media solare che si eleva ad 1,40, presa per unità l'acqua. Tenuto conto che la parte più esterna è

indubbiamente gassosa e quindi senza dubbio di una densità notevolmente inferiore alla media, si dovrà concludere che verso l'interno la densità aumenterà colla profondità fino a superare la media. Data la densità media di 1,40 e tenuto conto della gravità solare che è 27 volte quella terrestre, si avrebbe, come abbiamo veduto più indietro, un aumento di pressione di oltre 3700 atmosfere per ogni chilometro di profondità, per modo che si può senz'altro ritenere che con la profondità la pressione aumenta in misura ancora maggiore della temperatura.

Sono condizioni tali di temperatura e di pressione per le quali o poco o nulla giovano le nostre esperienze terrestri, limitate a poche decine di atmosfere di pressione e a poche centinaia di gradi di temperatura. Perciò il nostro principio fisico delle temperature critiche sarà esso applicabile ai

materiali del Sole?

Dicesi che un gaz ha raggiunto la temperatura critica quando non può più condensarsi in liquido, per quanto se ne aumenti la pressione. Pel vapor d'acqua, per esempio, la temperatura critica fu trovata di 365° . A tale temperatura il vapore chiuso in una caldaia non potrebbe condensarsi in liquido, per quanto se ne aumentasse la pressione.

Dobbiamo però fare uno sforzo d'immaginazione per figurarci lo stato di un gaz in simili condizioni, poichè elevando la pressione si dovrebbe giungere al punto in cui il vapore d'acqua contenuto nella caldaia avrebbe la densità dell'acqua liquida, essendo però gazzoso.

Applicando lo stesso principio al Sole, i liquidi metallici di cui è costituito, alla temperatura di 10-12 mila e più gradi dovrebbero trovarsi allo stato

critico e perciò si vuole da molti che l'intera massa solare sia gassosa. Essendo però di una densità anche superiore a 1,40, secondo l'Arrhenius i gaz solari rassomiglierebbero per certi rispetti ad un liquido, essendo cioè assai vischiosi.

Sono, come già dissi, sforzi d'immaginazione: data l'elevata densità media del Sole e tenuto conto che gli involucri esterni forse per spessori di migliaia di chilometri sono certamente gassosi e di una densità inferiore alla media solare, è impossibile che verso il centro, sotto una pressione di centinaia di migliaia di chilometri di gas tanto densi, non vi si accumulino materiali di altissima densità e quindi o liquidi o solidi.

D'altra parte, senza un nucleo solido o liquido non si potrebbero spiegare le grandi eruzioni solari, prodotte senza dubbio da esplosioni in una massa resistente.

Anche le macchie solari sarebbero una prova dell'esistenza di un nucleo solare, che si potrebbe considerare come il vero astro a noi invisibile.

È noto che le macchie solari servono per misurare la velocità di rotazione del Sole; ma vi è il fatto curioso che le macchie che appaiono sul globo del Sole mostrano che la loro velocità angolare decresce dall'equatore procedendo verso i poli, essendosi riscontrata una differenza di quasi tre giorni fra il tempo calcolato per l'intera rotazione solare, che è di giorni 25.187 all'equatore e di giorni 27.326 alla latitudine solare di 47 gradi. Al di là di tale latitudine, tanto a destra quanto a sinistra dell'equatore e fino al polo il fenomeno delle macchie manca affatto.

Si potrebbe dedurre da ciò che il Sole sia costituito da una atmosfera densa e di spessore probabilmente molto rilevante, la quale circonda

un globo solido o liquido⁴⁹. Tale globo gira probabilmente con grande velocità, trascinando con sè l'involucro gassoso. Verso l'equatore, data la grande velocità per la forza centrifuga, si manifesterebbero movimenti vorticosi a cui sarebbero dovute le macchie solari, le quali di conseguenza non potrebbero manifestarsi che in una zona limitata ai due lati dell'equatore. La graduale diminuzione della velocità angolare delle macchie dall'equatore verso i poli sarebbe una conseguenza del movimento dell'atmosfera solare trascinata passivamente dall'astro interno.

Ammessa l'esistenza di un nucleo liquido, le protuberanze solari potranno ritenersi dipendenti da esplosioni in causa delle quali porzioni di ma-

⁴⁹ Sulla costituzione interna del Soleavrò campo di trattare diffusamente nell'Appendice, cioè nell'ultima parte del presente lavoro.

teria liquida verrebbero lanciate in alto attraverso ed al di fuori della fotosfera, sollevandone i gas luminosi.

In tal modo le fiamme sarebbero specialmente costituite dai gas della fotosfera, ma potrebbero anche provenire dal materiale liquido o solido stesso lanciato in alto, il quale per l'eccesso di temperatura e per la diminuzione di pressione che risente nella salita, si dissolverebbe rapidamente, lungo la traiettoria, in vapore. Da ciò potrebbero avere origine i vapori metallici che si riscontrano specialmente verso la parte inferiore delle protuberanze e che avrebbero origine dal nucleo.

Perciò quelle enormi velocità di ascensione, osservate nelle protuberanze, potrebbero essere superate dalle porzioni non gazoze, le quali non giungendo in tempo a volatilizzare lungo il per-

corso verrebbero in qualche caso lanciate negli spazi per non più ricadere.

Tale spiegazione darebbe ragione all'opinione di coloro che attribuiscono l'origine dei bolidi e dei meteoriti alle eruzioni solari, nel qual caso il Sole sarebbe piuttosto in condizione di perdere materia anzichè di acquistarne, come ammetterebbe l'ipotesi meteorica.

Ora si può chiedersi, dove abbia origine la sorgente calorifica che sembra emanare dal centro del Sole e che nessuna ipotesi potè finora spiegare: la quantità di calore generato da tale sorgente deve essere ben grande se è capace di determinare quei sconvolgimenti e quei getti che sono indizio di un enorme eccesso di temperatura.

Nessuna ipotesi ha potuto spiegarlo e forse a ciò si presta meno delle altre, l'ipotesi dell'Hel-

moltz, pur essendo la più accreditata.

Infatti se la temperatura del Sole fosse dovuta al graduale costipamento dei materiali gassosi, sembrerebbe logico che debba trattarsi d'un processo lento e tranquillo, per modo che lo sviluppo di calore dovuto alla condensazione fosse equiparato al bisogno, cioè alla perdita per raffreddamento. Il fenomeno dovrebbe manifestarsi verso le parti meno centrali del Sole, dove vi sono i gas meno densi e più compressibili, escluso il nucleo non più compressibile.

I fenomeni solari si manifestano invece con tale violenza che non possono spiegarsi altrimenti che con un eccesso enorme di energia dovuto a qualche causa interna inesauribile, incessante, che sconvolge l'intera massa solare.

Da questo punto di vista l'ipotesi meteorica del Mayer darebbe almeno una spiegazione mecca-

nicamente soddisfacente delle grandiose manifestazioni dell'energia solare, quando si supponga che abbia luogo la caduta di bolidi con la velocità di 600 chilometri per secondo. Questi, immergendosi nelle profondità solari, porterebbero il loro contributo di energia precisamente nel più interno, da cui vengono lanciati con tanta violenza i materiali delle protuberanze.

Ma l'ipotesi del Mayer abbiamo veduto come non possa sostenersi, altro che come causa accidentale o secondaria.

Come adunque può mantenersi la grandiosa attività solare? Una causa di rifornimento deve esserci che provenga dall'esterno ma che sviluppi la sua azione specialmente verso il centro del Sole. Ciò cercheremo di spiegare nei capitoli seguenti.

PARTE QUARTA

Origine e conservazione dell'energia.

INTRODUZIONE ALLA PARTE QUARTA

Origine e conservazione dell'energia.

Dalla rivista ora fatta delle principali ipotesi solari e cosmogoniche, abbiamo potuto concludere che nessuna di esse può dare una spiegazione soddisfacente del grande problema; meno di tutte forse, la moderna ipotesi radioattiva tanto popolare, la quale pecca più delle altre di arbitrarietà.

Dall'esame del modo di manifestarsi dell'energia del globo solare, incessantemente sconvolto nelle profondità della sua massa, dobbiamo concludere che la causa deve essere interna, risiedente verso il suo nucleo, probabilmente per un'azione svolta dall'agente universale, l'"etere", che liberamente penetra colla sua azione vivifica-

trice.

Presento in questa Parte Quarta la mia ipotesi dell'*Azione calorifica dell'etere*, sul merito della quale l'astronomo Schiaparelli, come abbiamo veduto nella Prefazione, ebbe a pronunciarsi in modo così lusinghiero.

Il lettore che avrà avuto la pazienza di seguirmi fin qui, sarà, io spero, preparato a comprendere ed apprezzare questa ipotesi, che può dirsi quasi una conseguenza logica di quanto fu svolto finora, sulla proprietà e sull'attività dell'etere.

CAPITOLO I.

Azione calorifica dell'etere. Teoria del fuoco centrale.

La materia si può considerare, come già abbiamo veduto, perfettamente trasparente alle vibrazioni dell'etere.

Tutte le proprietà di cui è dotata sono dovute ad azioni o spinte dell'etere, le quali provenendo dall'esterno, arrivano liberamente fino nel più interno dei corpi e dei suoi più grandi ammassi materiali.

Ora però possiamo avere un concetto più chiaro dell'intima costituzione della materia e dei suoi rapporti coll'etere.

Abbiamo già veduto come dalla semplice spin-

ta dell'etere, nello stesso modo con cui ha origine la gravitazione, abbia origine anche la forza detta coesione, che tiene unite fra di loro le molecole dei corpi. Non abbiamo quindi che una differenza di nome, mentre si tratta di una medesima forza.

Ma questo sembra ormai che possa dirsi soltanto per le molecole le quali, conforme la teoria elettrica della materia, si possono considerare circuiti chiusi, saturi, senza alcuna forza propria che sia libera, e quindi inerti, in conseguenza di che sarebbero soggetti unicamente alle spinte dell'etere che chiamiamo coesione.

Procedendo invece oltre la molecola, quando si voglia analizzare la natura della così detta affinità chimica, cioè delle forze atomiche e ultra-atomiche, secondo le moderne teorie, si deve riconoscere che la forza in giuoco non è più di natura "gravitativa", cioè di semplice spinta eterea, ma

di natura elettrica. Infatti, l'affinità per la quale gli atomi si raggruppano secondo le leggi della chimica, per dar luogo ai numerosi composti, non sarebbe che un piccolo residuo delle immense forze elettro-magnetiche che tengono raggruppati in gran numero gli elettroni costituenti l'atomo chimico. L'atomo quindi, a differenza della molecola, non è un circuito chiuso, saturo, e non è quindi inerte, ma ha una forza propria residua che si chiama affinità, in causa della quale tende a combinarsi con altri atomi.

Abbiamo detto forza propria, perchè è necessario distinguere le forze elettro-magnetiche di cui sarebbe dotato l'atomo, dalle forze gravitative, ma in realtà, se si vuole analizzare a fondo anche la causa ultima di tali forze, da cui dipende l'origine stessa della materia, si deve riconoscere che tutto si riduce sempre alla causa prima ed

unica della spinta dell'etere, anche se si vuol distinguere dalla gravitazione propriamente detta. In conclusione, tanto la semplice coesione, quanto l'affinità chimica, dipendono sempre ed esclusivamente dall'unica forza universale, la spinta dell'etere, che costituisce il fondamento e l'essenza di tutta l'energia dell'Universo, sotto qualunque forma si voglia considerare.

Questo principio fondamentale e logico sembra che venga perduto di vista quando si parla degli elettroni, poichè si persiste a considerare tali piccoli organi fondamentali della materia come dotati di una forza propria, quasichè fosse ammissibile una forza di carattere così stabile ed inesauribile, senza una causa esterna che la generi e la mantenga.

Volendo indagare adunque l'origine dell'energia degli elettroni, si deve di necessità ammettere

che anche l'elettrone sia un organo complesso, costituito di particelle ancora più piccole, raggruppate per numero ed ordine secondo certe leggi fondamentali. Dal movimento di tali piccoli sistemi deve aver origine la forza che vien detta elettro-magnetica, costituente la dotazione dell'elettrone.

Eccoci adunque giunti finalmente all'estrema suddivisione della materia, all'ultima particella per cui si giunge all'essenza stessa del vero etere libero degli spazi. Piccoli vortici di questo etere, costituenti veri organi elettrici, mantenuti in movimento, in intimo rapporto ed in continuo scambio di energia coll'esterno, costituirebbero gli elettroni, i quali possono considerarsi il primo gradino di passaggio fra l'etere libero e la materia propriamente detta, poichè dall'elettrone hanno origine gli atomi della chimica e successivamente le mo-

lecole dei corpi.

L'energia, che sembra costituire l'intima dotazione della materia, viene adunque sempre dall'esterno, dall'oceano etereo degli spazi, anche se si ha creduto colla scoperta degli elettroni e della radioattività di scorgere nel fondo della materia stessa una sorgente per così dire inesauribile ed alla portata delle nostre esperienze.

Essa è una dotazione fissa ed intangibile, dalla quale la materia trae le sue origini e che per le manifestazioni dei vari fenomeni, deve essere incessantemente alimentata dal di fuori, dall'etere libero, col quale la materia stessa forma un tutto indissolubile ed è in costanti rapporti.

La materia, entro certi limiti, deve quindi partecipare a tutte le vibrazioni dell'etere, le quali vibrazioni possono in tal modo propagarsi non solo entro gli spazi molecolari, ma anche fra etere e

materia e fra materia ed etere.

Questa propagazione delle vibrazioni dell'etere alla materia, questo passaggio e diremo anche questo scambio continuo di energia, non dovrebbero aver luogo senza una perdita negli urti e negli attriti.

Abbiamo paragonato la materia al volante di una macchina a vapore, che essendo in rapido movimento, tiene immagazzinata per l'inerzia una notevole quantità di forza viva. Ma il volante se non fosse continuamente sollecitato dalle spinte della manovella, abbandonato a sè stesso, andrebbe rapidamente perdendo la forza viva accumulata, che verrebbe assorbita dall'attrito dei perni e dalla resistenza dell'aria.

Anche per ciò il paragone della materia col volante deve ritenersi esattissima. Nei suoi rapidi movimenti vibratorii la materia rappresenta ingenti

quantità di forza viva, ma tali movimenti possono persistere finchè sono mantenuti e contenuti dall'etere; deve esservi anche in questo caso una perdita di energia paragonabile alla forza viva assorbita dall'attrito dei perni del volante.

Ma a che cosa si risolve l'attrito dei perni; sotto quale forma passa la forza viva che era accumulata nel volante?

Essa si trasforma in calore, che si rende manifesto se si trascura la lubrificazione dei perni.

Altrettanto deve ritenersi che avvenga dell'energia che viene assorbita negli attriti della materia e che deve trasformarsi in calore.

Tale conclusione è, come facilmente si può immaginare, di straordinaria importanza, poichè offre probabilmente la chiave di fenomeni rimasti finora inesplicati.

Ma, evidentemente, la compagine della materia

coi suoi movimenti rappresenta un meccanismo troppo delicato e perfetto perchè si possa ammettere che abbia luogo una notevole perdita di forza ed è invece da ritenere che solo una frazione per così dire infinitesima di tutta l'immensa somma di energia in giuoco nel movimento intimo dei corpi, venga assorbito dagli attriti.

Da tanto lavoro intimo nella compagine dei corpi hanno origine tutte le proprietà e tutti i fenomeni che caratterizzano ed animano la materia: le proprietà fisiche e chimiche, l'elettricità, il magnetismo, la radioattività, ecc., sono il frutto di un lavoro e di un consumo di energia costantemente fornita dall'agente universale: l'etere.

Ebbene: come si potrà ammettere che tanto lavoro e tanta attività, possano manifestarsi senza che abbia luogo, come avviene per tutti i fenomeni in generale, uno sviluppo, anche pur tenuissi-

mo, di calore?

Certamente, nessuno avrà mai pensato, e la cosa non è forse facile a dimostrarsi praticamente, che un corpo qualsiasi possa avere nel suo interno una sorgente, sia pure lievissima, di calore, completamente indipendente dalle solite cause e dalle solite sorgenti.

Ma se il fenomeno, per la sua tenuità, potrà passare inavvertito per i corpi di limitate dimensioni, dovrà invece rendersi manifesto quando l'ammasso di materia assuma proporzioni vaste.

Il progressivo aumento di temperatura che si riscontra nell'internarsi nelle viscere di una montagna o che ritroviamo quanto più ci affondiamo al disotto della superficie terrestre, aumento di temperatura che si è sempre spiegato con la teoria del fuoco centrale, sarebbe per avventura dovuto ad una causa del tutto opposta, proveniente cioè

dall'esterno, in virtù delle resistenze offerte dalla materia alle vibrazioni dell'etere?

Io non voglio certo escludere l'elevata temperatura del nucleo terrestre, ma avvenendo uno sviluppo di calorico come conseguenza dell'attrito fra la materia e l'etere e data l'enormità dell'ammasso di materia rappresentato dal globo terrestre, è certo che tale calorico dovrà ritenersi di qualche entità, ed in tal caso la progressione della temperatura che si riscontra colla profondità, dovrebbe riscontrarsi ugualmente anche indipendentemente dal calore centrale e cioè anche se sussistesse unicamente la sorgente calorifera ammessa dalla nostra ipotesi.

Del resto, data tale sorgente, bisogna concludere che il calore centrale terrestre sarebbe una conseguenza necessaria, anche se tale calore non dipendesse da altre cause.

Infatti, pur essendo la causa proveniente dall'esterno, è chiaro che il calore a lungo andare dovrebbe accumularsi verso il centro del pianeta ove converge da ogni parte, senza che sia quasi possibile dispersione di sorta, e ciò con effetto rivoltantissimo, anche se il calore generato sia in misura limitata. Non è esatto poi il dire che la sorgente calorifica sia esterna; dall'esterno provengono le vibrazioni, ma l'effetto, cioè la sorgente calorifera supposta, ha luogo in tutto l'ammasso della materia e quindi anche al centro del pianeta.

Perciò per quanto elevata si voglia ritenere la temperatura centrale, potrebbe sempre ritenersi come il prodotto, accumulato per un tempo lunghissimo, dell'energia proveniente dall'esterno.

Tutto ciò si può benissimo ammettere, senza voler escludere che l'origine prima del calore

centrale possa attribuirsi ad altra causa più remota, quale residuo cioè di quel periodo in cui la Terra doveva essere liquida o gassosa.

Ma bisogna comprendere bene quale influenza possa avere la grandezza dell'ammasso materiale sulla quantità di calorico sviluppato.

Si può in certo modo ammettere che ogni particella di materia rappresenti una data unità di calorico sviluppata, nella stessa maniera che rappresenta una unità di resistenza alla libera propagazione delle onde eternee. Perciò il calorico sviluppato nella compagine dei corpi aumenterebbe in ragione diretta della quantità di particelle e sarebbe quindi proporzionale alla massa.

Non si potrà d'altra parte escludere che nel fenomeno da noi supposto di sviluppo di calorico per le resistenze offerte dalla materia alle vibrazioni eternee, abbia influenza il grado di addensa-

mento in cui può trovarsi la materia stessa formante il corpo e quindi che l'azione calorifica sia maggiore nei corpi solidi o liquidi che nei gassosi.

Vi sono altre circostanze da considerare: in una sfera di diametro doppio di un'altra, le vibrazioni, per attraversarla, dovranno percorrere doppia distanza, per modo che da quella specie di filtrazione che subiscono attraverso la materia, rimangono maggiormente esaurite, uscendo dalla sfera con una perdita maggiore di energia.

L'area della sfera cresce come il quadrato del raggio e quindi una sfera di raggio doppio presenterà all'azione dell'etere un'area quattro volte maggiore.

Ma vi è una circostanza da considerare, importante più di ogni altra:

L'azione dei raggi dell'etere si propaga liberamente fino nel più interno degli ammassi materia-

li, qualunque sia la loro grandezza. La trasformazione in calore di una frazione dell'energia proveniente dall'esterno, avviene, per spiegarci, sul posto, e tale calore è destinato ad accumularsi verso il centro, poichè una volta che l'energia è trasformata in calore, perde la proprietà di propagarsi per irradiazione attraverso la materia, ma può solo trasmettersi per conduttività e quindi assai lentamente.

Per tal modo, la forza viva trasformata, in virtù degli attriti, in calore, rimane per così dire imprigionata, ed è per ciò che il calore potrà accumularsi verso il centro e raggiungere un alto grado di temperatura. Si aggiunga che, quanto maggiore sarà l'ammasso materiale, tanto maggiore sarà il percorso che dovrà fare il calore per conduttività per uscire all'esterno, e perciò minore sarà relativamente la perdita che subirà.

Ecco per quali ragioni si può con la nostra ipotesi spiegare l'origine di una parte almeno del calore centrale terrestre, poichè, come abbiamo già detto, non si vuole escludere che il calore originario del globo possa dipendere da altra causa primordiale, dipendente dall'origine stessa del pianeta.

L'ipotesi che abbiamo svolta potrebbe servire tanto a spiegare il calore terrestre, anche se si ammettesse la Terra in origine perfettamente fredda, il che si dovrebbe escludere *a priori*, quanto per spiegare la conservazione del calore attuale, ritenuto che esso provenga in origine da altra causa.

Spiegato in qual modo possa avere origine il calore interno del nostro pianeta, è breve il passo per dare una spiegazione analoga anche del calore solare: basterà perciò fare le debite propor-

zioni fra la grandezza del Sole e quella della Terra.

Probabilmente la Terra non sarà bastantemente grande perchè il calore prodotto dalla resistenza che incontra l'etere nella sua massa, possa accumularsi in quantità tale da superare le perdite dovute all'irradiazione e propagarsi fino alla superficie.

Ma ecco che Giove ci offre probabilmente l'esempio delle condizioni intermedie fra la Terra ed il Sole.

Giove infatti, questo colosso fra i pianeti del nostro sistema, che ha un volume corrispondente a 1279 volte ed una massa pari a 310 volte quella della Terra, viene ritenuto ancora caldissimo e forse interamente liquido. Esso attraverserebbe attualmente, sebbene secondo l'ipotesi di Laplace sia più vecchio della Terra, una delle antiche

fasi, già da milioni d'anni cessata pel nostro pianeta, anteriore alla comparsa di qualunque organismo.

Ma perchè tale differenza? Perchè Giove trovasi così in ritardo sul nostro pianeta? Può essere sufficiente per spiegare ciò, semplicemente il fatto della sua massa maggiore, che più lentamente deve raffreddarsi? Ma abbiamo già veduto, parlando del Sole, che la sua grandezza non può in alcun modo giustificare la lentezza del suo raffreddamento, anche supposto che un tale raffreddamento abbia realmente luogo, e altrettanto deve concludersi per Giove.

Anche per Giove adunque, dovrebbe esservi una causa per la quale si mantenga la sua temperatura o che almeno ne ritardi il raffreddamento.

Le ipotesi applicate al Sole, la caduta di meteo-

re ed il restringimento lento del suo diametro, in questo caso non possono avere valore.

Ecco adunque che anche nel caso di Giove, l'ipotesi dell'etere potrà darci la chiave dell'enigma, poichè, come fu detto per la Terra, non escludendo che l'origine prima del calore immagazzinato nel pianeta provenga da altra causa primordiale, tale ipotesi può dar ragione della sorgente attuale che ritarda o impedisce il raffreddamento del pianeta.

Come già abbiamo veduto, date le dimensioni del Sole e l'enorme sua massa che è pari a 324.000 volte la massa della Terra, con l'ipotesi dell'etere, non si avrebbe difficoltà a spiegare l'origine del calore di quel grande astro.

Dato che un'unità di massa rappresenti una unità di resistenza all'etere e quindi una unità di forza viva trasformata in calore, nella massa del

Sole dovrebbe prodursi una somma di calore pari a 300.000 volte il calore sviluppato nell'istesso tempo nella massa terrestre.

È vero che l'effetto sull'aumento della temperatura dovrebbe essere identico nei due casi, dovendosi nel caso del Sole riscaldare una massa proporzionalmente maggiore, ma rimanendo il calore imprigionato andrà accumulandosi in quantità sempre maggiore nel Sole dove, in causa del suo grande volume, con minor facilità potrà disperdersi verso l'esterno.

Il globo solare offre alla libera penetrazione delle onde eteree una superficie pari a 11.770 volte circa la superficie terrestre.

Considerando finalmente che le vibrazioni, per propagarsi attraverso la massa solare, devono percorrere quasi 700 mila chilometri prima di giungere al centro e altrettanti per uscirne, non si

concepisce quasi, come in questo lungo percorso che domanderebbe alla luce poco meno di cinque secondi, l'energia di tali vibrazioni non venga tutta distrutta e assorbita dagli attriti.

Si potrebbe anche supporre che l'effetto dell'etere aumenti colla temperatura, come è il caso dell'attrito di un perno che aumenta col riscaldamento. Le condizioni affatto speciali del nucleo solare, che deve ritenersi molto denso per l'eccesso di pressione e di una temperatura altissima, potrebbero essere particolarmente favorevoli per assorbire l'energia dell'etere.

In tal caso il Sole non si comporterebbe come un corpo qualunque che viene liberamente attraversato dalle vibrazioni dell'etere, senza che quasi subiscano trasformazione alcuna, ma invece nella massa solare le vibrazioni verrebbero in gran parte ad esaurirsi.

Qui anzi sta, secondo me, la chiave vera dell'enigma solare. Il nostro pianeta è senza dubbio caldissimo nel suo interno, ma l'esistenza di tale calore non sarebbe quasi avvertita se non fosse specialmente manifesto dai limitati fenomeni vulcanici che qua e là si rivelano alla superficie. Per il Sole le condizioni sono ben diverse, poichè oltre alla temperatura esterna a più migliaia di gradi, una grande esuberanza di energia si manifesta con le violenti eruzioni che incessantemente agitano la totalità della sua superficie, al pari dell'acqua di una caldaia in ebollizione, pel gran fuoco mantenuto nel focolaio.

Il problema dell'energia solare non è soltanto di quantità: si crede di avere risolto il problema dicendo: che il Sole emana ogni anno tanto calore, che può essere compensato col semplice restringimento del suo diametro di tante centinaia di

metri: ma un simile processo, che corrisponde infine allo spontaneo raffreddamento di un corpo caldo, cui sia tolto ogni alimento di nuovo calore, non spiegherebbe la persistenza delle manifestazioni esterne, come non sarebbe spiegabile nè ammissibile che la caldaia, a cui abbiamo paragonato il Sole, continuasse a bollire, sebbene mancasse il fuoco nel focolaio.

Perciò i fenomeni solari non possono spiegarsi per un semplice raffreddamento e da nessuna delle ipotesi che ammettono processi lenti e gradualì, diffusi nella sua massa, ma soltanto con una adeguata sorgente interna che possa corrispondere al focolaio della caldaia.

Ecco perchè non sarà nè anche forse sufficiente il dire che in paragone alla Terra, essendo il Sole di una massa 300.000 volte maggiore, sarà anche proporzionalmente maggiore l'energia svi-

luppata dall'etere cogli attriti, ma, come già accennai, sarà da ritenere che entro la sua grande massa, a temperatura e pressione così elevate, l'energia dell'etere venga in gran parte esaurita e trasformata in calore.

In tal modo tutta l'energia che irradia dall'astro corrisponderebbe all'energia contemporanea-
mente portata dalle vibrazioni eternee che penetrano dal di fuori, entro il nucleo, dove abbandonano gran parte della loro forza viva che si trasforma in calore.

CAPITOLO II.

Rapporto fra la massa e la temperatura dei pianeti.

Spiegato colla nostra ipotesi lo stato presente del Sole e della Terra e quello in certo modo intermedio di Giove, vediamo in quali condizioni si trovino gli altri pianeti.

Tra il Sole ed i varii pianeti del nostro sistema, abbiamo i seguenti rapporti, prendendo come termine di confronto la Terra considerata come unità:

	Diame- tro	Volume	Massa	Densità rapporto all'acqua
Sole	108,5128000	324000	320	1,40

Giove	11,1	1279	309	1,36
Satur- no	9,3	719	92	0,73
Urano	4,2	69	14	0,82
Nettu- no	3,8	55	16	1,65
Terra	1	1	1	5,50
Venere	0,99	0,97	0,79	5,10
Marte	0,53	0,16	0,11	3,90
Mercu- rio	0,37	0,05	0,07	3,40
Luna	0,27	0,02	0,01	3,40

Esaminando le cifre di questa tabella, salta all'occhio una notevole differenza nella densità dei pianeti, per la quale si possono senz'altro dividere in due categorie ben distinte, cioè i pianeti (comprendendo anche il Sole), che hanno una

densità minore dell'acqua o di poco superiore ed i pianeti che hanno invece una densità da $3\frac{1}{2}$ fino a quasi 7 volte l'acqua. Si può anche constatare che la categoria dei pianeti leggeri è costituita dai quattro maggiori pianeti: Giove, Saturno, Urano, Nettuno, oltre al Sole, e che la categoria dei più pesanti è costituita dai pianeti minori, Terra, Venere, Marte, Mercurio e Luna.

Questa notevole caratteristica differenza fra le due categorie non ha, io credo, attratto come meritava l'attenzione degli astronomi e dei fisici, poichè evidentemente non può essere accidentale la coincidenza che la massa maggiore ed il maggiore volume abbiano a presentarsi con la minore densità.

Gli astronomi, per spiegare la varia densità dei singoli pianeti, si sono in generale accontentati di attribuirne la differenza alla varia densità dei ma-

teriali componenti, alla prevalenza, cioè, di elementi rispettivamente molto pesanti o molto leggeri. Ma evidentemente tale spiegazione non può bastare da sola.

Nel caso del nostro pianeta, data la bassa densità media ch'esso presenta nella composizione degli strati più esterni a noi conosciuti, si deve ricorrere all'ipotesi dell'esistenza di grandi ammassi metallici liquidi o solidi di alta densità verso il centro, onde poter avere una spiegazione della forte densità media del pianeta che è di 5.50.

Mercurio, colla sua fortissima densità, che raggiunge quasi 7 volte l'acqua, deve ritenersi un globo costituito quasi interamente di metallo compatto.

Senza parlare del Sole, che è notoriamente almeno in parte gassoso, la cosa invece non è così semplice quando si voglia spiegare la bassa den-

sità di Giove e quella ancora minore di Urano e di Saturno. Ben poche delle sostanze solide a noi conosciute sulla Terra presentano densità così bassa e si dovrebbe perciò ammettere l'esistenza di qualche nuova sostanza leggerissima o supporre che quei pianeti siano interamente scoria-cei e spugnosi come la pomice dei nostri vulcani.

Ma ecco appunto che la nostra ipotesi può venire in aiuto, quando si tenga conto del grande volume e della grande massa che presentano in confronto della Terra tutti i pianeti maggiori, per i quali la spiegazione che abbiamo dato per Giove può valere perfettamente.

Infatti anche Urano e Nettuno, che pur sono di proporzione limitata in confronto ai due giganti, Giove e Saturno, per il loro spettro e per la viva luce che da essi emana non ostante la grande distanza dal Sole, si ritiene che siano per sè stessi

luminosi, che si trovino cioè ad alta temperatura anche alla superficie, e così si viene alla conclusione che tutti i pianeti maggiori, in causa della rilevante massa, si conservino allo stato incandescente.

In conseguenza di ciò le sostanze volatili, principalmente l'acqua, non possono mantenersi allo stato liquido per formare i mari come nel caso della Terra, ma devono mantenersi allo stato gassoso o nuvoloso per costituire, insieme ai gas più volatili, una densa atmosfera che avvolge per un alto strato tutto intorno il globo incandescente solido o liquido.

Basta poi immaginare che nei grandi pianeti, come Giove e Saturno, i gas ed i liquidi volatili che ne costituiscono le rispettive atmosfere si trovino nella necessaria quantità e cioè in proporzione maggiore che sulla Terra, per comprendere

come le atmosfere stesse possano avere spessori assai rilevanti.

Perciò i globi che noi vediamo non sarebbero i vari pianeti, ma le loro atmosfere, che darebbero ai pianeti stessi una apparenza di grandezza superiore alla reale.

Con ciò si spiega la loro tenue densità come risulta dai calcoli in rapporto al diametro apparente, dovuto al denso ed alto strato gazo o nebuloso da cui sono avvolti, ciò al contrario dei pianeti minori che lasciano realmente vedere e misurare la superficie ed il diametro del globo solido. Così Giove e Saturno, sotto l'involucro gazo so che ne aumenta a dismisura il loro diametro apparente, possiamo immaginarli di una densità elevata al pari dei pianeti minori e di dimensioni per conseguenza notevolmente ridotte, ma tali però da poter conservarsi forse indefinitamente

caldi e luminosi.

Ma probabilmente non è necessaria una massa come quella di Giove di oltre 300 volte quella della Terra o 32 come quella di Saturno, perchè l'etere vi mantenga una temperatura elevata, ma potrà bastare molto probabilmente una massa di sole 16 o 14 volte come quella di Nettuno o di Urano perchè i pianeti si mantengano caldi anche alla superficie.

Ciò sembra naturale solo che si considerino le condizioni del nostro pianeta, che è appena ricoperto da una sottile crosta solida. Non sarebbe necessario che la superficie fosse a temperatura molto elevata, ma basterebbe che essa fosse a qualche centinaio di gradi perchè tutta l'acqua dei mari o accumulata nel sottosuolo e nello spessore della crosta solida, si trovasse confinata nelle alte regioni dell'atmosfera allo stato di vapore o di

nube e in tale stato tutta intera la superficie della Terra sarebbe velata in modo da assumere, per un osservatore che si trovasse in uno degli altri pianeti, un'apparenza simile ai pianeti maggiori, con un diametro apparente sensibilmente maggiore dell'attuale e con una densità media conseguentemente minore dell'attuale.

Basterebbe forse che la massa della Terra fosse una volta o due maggiore dell'attuale, perchè il calore del suo nucleo si propagasse fino alla superficie abbastanza da mantenervi la condizione ora supposta e perciò in questo ordine di idee, come ci viene suggerito dalla nostra ipotesi, si spiegherebbe lo stato incandescente dei pianeti maggiori e la loro tenue densità media, stato che senza una sorgente di energia come noi intravediamo nell'etere, non potrebbe essersi mantenuto a lungo.

CAPITOLO III.

Come si ricuperi l'energia dell'Universo.

Spiegato come l'azione calorifera dell'etere possa rigenerare l'energia perduta dagli astri, rimane a spiegare che cosa avvenga di tutta la somma di energia che irradiando dagli astri sembra disperdersi negli spazi. Va essa definitivamente perduta o viene recuperata e raccolta?

Finora è accettato, si può dire come assioma della scienza, che l'Universo abbia una dotazione determinata di energia fin dalla sua origine e che tale energia sia destinata ad una inevitabile dissipazione.

Ma l'Universo, infinito nello spazio come nel tempo, non può immaginarsi che infinito anche

nella sua vita, perchè se era destinato ad estinguersi, sarebbe da infinito tempo già estinto. Invece esso potrà trasformarsi, ma estinguersi, mai.

La forza esiste allo stato che si può dire primordiale e più semplice, sotto forma delle vibrazioni dell'etere che riempiono gli spazi e che penetrano negli ammassi di materia, comunicando ad essa le proprietà e l'energia di cui è dotata.

Il calore, la luce, il magnetismo, l'elettricità, l'attrazione e insomma tutte le forme sotto cui si manifesta l'energia, non sono che un derivato della forza innata di questo fluido universale, trasformata dagli attriti e dalle azioni molteplici che promuove entro agli aggregati materiali.

Ma l'etere è anche il serbatoio che assorbe e immagazzina l'energia che si disperde dai corpi, sotto forma di irradiazioni diverse, calorifere, lu-

minose, ecc.

Le irradiazioni che emanano dagli astri, le quali, come sappiamo, non sono che forme speciali delle vibrazioni dello stesso etere, propagandosi negli spazi per lunghissimi percorsi, come è il caso della luce e del calore irradiato, perdendo della loro forza e della loro caratteristica, si confondono e si trasformano nell'unica generale vibrazione, che può dirsi fondamentale, da cui è invaso l'infinito e che può dirsi a ragione vibrazione o irradiazione di energia.

L'energia, sotto qualunque forma si voglia considerare, non esiste per sè, ma è sempre rappresentata da una massa in movimento, la quale massa può essere rappresentata tanto dalla particella materiale, quanto dalle particelle dell'etere.

L'irradiazione o la dispersione di energia della materia non può essere adunque che un passag-

gio di movimento dalla materia all'etere degli spazi, senza alcuna perdita o distruzione.

Si può affermare adunque che tutto il calore irradiato, tutte le energie perdute dal Sole e dalle stelle vengono interamente assorbite e raccolte per essere riutilizzate.

In tal modo il ciclo dell'etere è completo: la sua energia passa alla materia degli astri; il calore e la luce del Sole e delle stelle non sarebbero che una derivazione e l'energia dispersa dalla materia che ritorna al serbatoio universale, all'etere: nulla si perde e nulla si distrugge e ciò vale tanto per la materia quanto per l'energia.

Vediamo ora a quali altre conclusioni la nostra ipotesi ci può condurre.

Come abbiamo già veduto, quanto più grande è l'ammasso di materia, tanto maggiore sarebbe la quantità di calore sviluppato dagli attriti

dell'etere e della materia.

La Terra, sebbene solida e fredda alla superficie, è caldissima appena sotto la crosta; Giove, tanto più grande della Terra, si ritiene caldo e liquido anche alla superficie, e finalmente il Sole dovrebbe alla sua enorme massa l'elevata sua temperatura che può mantenere la vita nei pianeti che intorno ad esso gravitano.

Continuando con tale progressione, che cosa potrebbe avvenire se l'ammasso di materia fosse ancora più grande del nostro Sole? Secondo ogni probabilità, la temperatura di tale ammasso dovrebbe essere ancora maggiore. Si ammette già che sia dovuto alla loro maggior grandezza se tante stelle, come è probabilmente il caso di Sirio e forse di milioni d'altre, sono più calde e più splendidi.

Certamente adunque la temperatura più eleva-

ta ed il maggior splendore sarebbero conseguenza necessaria di una massa maggiore, salvo che non si tratti, come deve pur ammettersi qualche caso, di un Sole più giovane, in uno stadio di maggior attività⁵⁰.

50 Si cita il caso in astronomia di certi gruppi di stelle, in cui la stella, più luminosa, gira a guisa di satellite intorno ad un corpo opaco più pesante: si avrebbe cioè il caso eccezionale che la stella più piccola è più calda e più luminosa della stella più grande a cui gira intorno. L'esistenza di questo grande astro opaco, naturalmente, non può essere rivelato direttamente dal telescopio, ma solo indirettamente col calcolo.

Se ciò è definitivamente provato, anche in questo caso la maggior luminosità delle stelle piccole potrebbe attribuirsi ad uno stato passeggero di grande attività, ma può anche ammettersi che la

Ma immaginiamo che possano formarsi degli ammassi ancora più grandi: che avverrà in tal caso? Il calore sviluppato e accumulato per l'azione dell'etere, sarà sempre più grande fino a raggiungere un limite in cui la materia, già interamente gassosa, più non obbedendo alla forza attrattiva, si disperderà, ritornando allo stato della nebulosa primitiva?

Potrebbe una simile fase verificarsi pel nostro Sole?

Dagli astronomi si accenna alla eventualità della caduta dei pianeti nel Sole; tale caduta, indipendentemente dall'azione immediata meccanica che rifornirebbe di tanto calore il Sole, aumentan-

stella opaca, pur essendo caldissima in proporzione della propria massa, per la grande prevalenza di materie volatili nebulose, fosse velata da un'alta atmosfera di nubi opache.

do la massa di questo, dovrebbe accrescerne la temperatura in modo permanente, per la cresciuta azione dell'etere.

Se si considera però che la massa attuale del Sole è ben settecento volte quella di tutti i pianeti messi assieme, si dovrebbe concludere che per tale via, dato il relativamente modesto contributo di materiale, non si dovrebbe ottenere un aumento di temperatura molto notevole.

Non si può d'altra parte escludere che possano esservi altre vie per le quali il Sole aumenti notevolmente la sua massa. La caduta di materiale meteorico, sebbene indubbiamente assai lontana dall'abbondanza supposta dall'ipotesi meteorica, potrà avere tuttavia a lungo andare una qualche influenza sull'aumento della massa solare.

Rimane inoltre la possibilità, per quanto lontana, dell'incontro con qualche astro, ed è forse

questo il destino finale riservato al nostro sistema nel suo grande viaggio nell'ignoto, verso la costellazione d'Ercole?

Anche dall'effetto di una simile caduta bisogna distinguere quello diretto meccanico non duraturo, prodotto dall'urto, dal quale dobbiamo nella nostra ipotesi prescindere, dall'effetto indiretto e durevole, determinato dall'aumento fortissimo della massa solare.

Con l'aumento della massa solare si verificherà un corrispondente aumento della sua attività, e analogamente a quanto forse accidentalmente potrà avvenire nei più violenti parossismi dipendenti da altre cause, potranno aver luogo distacchi di porzioni notevoli di materiale, che si dissolveranno nello spazio.

Ma forse un aumento soverchio della attività solare potrebbe indurre un radicale mutamento

nelle manifestazioni dei fenomeni che caratterizzano lo stato presente.

Infatti, dato che il Sole sia liquido nel suo nucleo, se si verificasse una eccessiva prevalenza nella sorgente di energia, la parte liquida dovrà gradatamente diminuire fino a scomparire affatto. In tali condizioni non dovrebbero più aver luogo quegli sconvolgimenti e quei getti che hanno la loro ragione di essere nel nucleo liquido.

In tale stadio gassoso si ammette dagli astronomi che già il Sole sia passato: doveva essere allora un globo assai più grande, ma tranquillo, meno luminoso e meno caldo.

Se si considera come agisca l'etere quando attraversa colle sue vibrazioni la materia e come si sviluppi calorico dagli attriti, come abbiamo già accennato, è da ritenere che l'effetto degli stessi debba aumentare colla densità della materia e

così, massima nei corpi solidi o liquidi, sia minore nei gas e forse trascurabile se i gas sono molto rarefatti. Perciò la scomparsa del nucleo liquido nel Sole porterebbe con sè una fortissima diminuzione nello sviluppo del calorico determinato dall'etere.

Per le stesse ragioni, quando il Sole era completamente gassoso, doveva essere un astro tranquillo, meno caldo. Fu solo quando comparve il primo nucleo liquido che incominciarono a manifestarsi quelle violente correnti ascendenti e le esplosioni per l'eccesso di temperatura del centro. Per tali fenomeni che caratterizzano lo stato presente, la superficie del Sole non è più unita e tranquilla e velata dalle nubi fredde, ma tutta irta delle protuberanze che portano alla superficie e lanciano fuori di questa la materia ed i gas caldissimi del centro, mantenendo costantemente agi-

tata e luminosa la superficie.

Così ora venendo ad una conclusione, la nostra ipotesi ci ha condotto a considerare tre casi possibili nelle condizioni future del Sole:

Il calore prodotto dall'azione dell'etere fa attualmente o farà presto o tardi equilibrio alla perdita subita dall'irradiazione e di tale stadio, che può ritenersi come preponderante nelle stelle, può ammettersi una durata indefinita, o pure: per la caduta di materiali che ne aumentino la massa, l'attività solare potrà subire un forte aumento e in tal caso, per la soverchia violenza delle sue eruzioni, una parte forse notevole della massa solare potrà staccarsi o dissolversi, quando invece non si verifichi il caso della completa scomparsa del nucleo liquido, col ritorno del Sole allo stato interamente gassoso.

Qualunque, poi, sia la sorte riservata al Sole,

resta ad ogni modo esclusa la possibilità dell'estinzione completa, come sarebbe invece la inevitabile conseguenza di ogni altra ipotesi.

E ciò che dicesi del Sole vale per tutti gli altri grandi ammassi materiali, cioè per tutte le stelle.

I grandi ammassi di materia sono infatti destinati a rimanere in perenne attività, poichè eccitano, trasformano e immagazzinano l'energia diffusa negli spazi.

In tal modo si mantiene all'infinito la vita dell'Universo; l'energia che irradia emigrando dalla materia degli astri, viene trasformata, raccolta nel serbatoio infinito dell'etere e da questo viene restituita alla materia degli astri con giro perenne.

CAPITOLO IV.

Altre conseguenze importanti dell'ipotesi.

Secondo la classificazione del Secchi, le stelle si dividono in base allo spettro in tre categorie: Stelle bianche, gialle e rosse.

Le prime, che si possono considerare le più calde, sono anche le più numerose; quelle gialle, che rappresentano circa il 35% del totale e a cui apparterebbe anche il nostro Sole, mostrerebbero già di essere entrate in una prima fase di raffreddamento, e finalmente quelle rosse, che sono il 5% del totale, sarebbero in una fase molto avanzata di raffreddamento.

L'assoluta prevalenza delle stelle calde e caldissime, ritenuto colla maggioranza degli astro-

nomi che esse siano dotate fin dall'origine di una data quantità di energia destinata ad estinguersi, sarebbe indizio di una contemporaneità della loro origine, contemporaneità che si vorrebbe collegata all'origine della Via Lattea, la grande nebulosa alla quale apparterebbero tutte le stelle per noi visibili, compreso il nostro sistema ed il Sole. Difatti, se si fossero formate in epoche diverse, dovrebbero trovarsi a gradi diversi di attività.

Tutto ciò, con la nostra ipotesi, ha un significato ben diverso.

L'epoca dell'origine delle singole stelle non ha in certo modo influenza, poichè, come abbiamo veduto nel caso del Sole, si può ritenere che possano essere rifornite dall'esterno di energia, indefinitamente.

Sempre secondo la nostra ipotesi, l'Universo quale oggi lo vediamo, può ritenersi in realtà più

stabile e anche più antico di quanto d'ordinario si creda; le condizioni presenti potrebbero a rigore durare senza variazione alcuna anche all'infinito.

I varii colori delle stelle, cioè il vario grado di attività, si possono benissimo spiegare con la diversa grandezza.

Le stelle bianche sono le più grandi, cioè con la massa maggiore e le rosse sono le più piccole. Se sono più piccole non vuol poi dire che siano prossime ad estinguersi. Probabilmente in tale stadio, determinato dalla loro massa limitata, possono avere una durata lunga quanto le bianche.

Abbiamo veduto, parlando del Sole, come un aumento della sua massa porterebbe un aumento della sua attività. Per tale aumento, il Sole passerebbe al tipo delle stelle bianche, ma un aumento ulteriore porterebbe probabilmente al dis-

solvimento od alla completa volatilizzazione dell'astro.

Se ciò fosse, bisognerebbe concludere che le stelle bianche rappresentino la massima grandezza a cui può giungere l'aggregato materiale, oltre il quale limite non potrebbe stare unito in un unico ammasso, causa l'eccesso di temperatura che determinerebbe, come già abbiamo supposto pel Sole, il dissolvimento della massa in nebulosa o in brani lanciati dalle esplosioni.

Si avrebbe con ciò una spiegazione delle stelle doppie o multiple, la cui formazione sarebbe stata determinata dalla soverchia grandezza dell'aggregato di materia originario.

Con tale spiegazione, si comprenderebbe forse meglio la grande prevalenza delle stelle bianche, le quali rappresentando il massimo possibile della materia aggregata, dovrebbero considerarsi

presso a poco tutte di massa uguale.

CAPITOLO V.

L'ipotesi dell'etere applicata alle nebulose ed alle stelle.

Dopo la lunga analisi da noi fatta della proprietà dell'etere e le varie ipotesi da noi tentate per spiegare le azioni molteplici di tale agente, al quale sarebbero dovute l'origine e la conservazione dell'energia dell'Universo e probabilmente l'origine stessa della materia, proseguendo nella via di induzioni e di ipotesi, vediamo se si possa penetrare l'arcano di quei misteriosi corpi celesti, quali sono le nebulose, la cui storia sembra collegarsi colla storia delle stelle e di tutti i sistemi.

All'analisi spettrale le nebulose si riscontrano costituite di materiale prevalentemente gazo-

ad ogni modo o gas o pulviscolo, risultano di materiale estremamente rarefatto.

Il Faye⁵¹, per dare un'idea della rarefazione delle nebulose, suppone che la materia costituente il Sole sia disseminata in una sfera di raggio uguale a 10 volte il raggio dell'orbita di Nettuno, ciò che corrisponde a 64.500 volte il raggio del Sole, essendo il raggio dell'orbita di Nettuno pari a 6450 volte il raggio solare.

Diffusa in questa immensa sfera, la materia solare, che ha attualmente una densità media di 1.4 volte l'acqua, avrebbe una densità media pari a 64.500³ volte più piccola.

Con tale estremo grado di rarefazione, le particelle della materia nebulare essendo poste ad una distanza pari a 64.500 volte l'attuale, conserveranno ancora qualche rapporto sensibile fra di

51 Opera citata.

loro?

È da dubitare, poichè in tali condizioni, l'attrazione che tiene unite fra di loro le singole particelle, riducendosi nel rapporto del quadrato delle distanze, sarà 64.500^2 cioè 4.160.250.000 di volte minore (oltre 4 miliardi di volte minore).

Per un paragone, un corpo gassoso che abbia una densità 1000 (mille) volte minore della densità allo stato solido, non ha la particella che 10 volte più allontanata e l'attrazione nello stato gassoso fra la singola particella sarebbe 50^2 ⁵² cioè 100 volte minore soltanto, dell'attrazione allo stato solido.

Anche se il paragone di Faye non è rigorosamente esatto, non vi ha dubbio tuttavia che la materia della nebulosa, salvo nei nuclei di con-

⁵² In base al ragionamento il 50^2 si deve intendere 10^2 [nota per l'edizione elettronica Manuzio]

centrazione, è di un'estrema rarefazione, tanto che essendo le singole particelle che la costituiscono molto discoste le une dalle altre, possono considerarsi inerti e soltanto obbedienti ad una tenuissima infinitesima attrazione che le richiama verso la massa centrale della nebulosa. Si potrà ammettere che abbia luogo una lentissima caduta che potrà richiedere forse milioni d'anni. per raggiungere un effetto sensibile nella concentrazione della nebulosa. Bisogna ad ogni modo escludere che tale concentrazione possa influire comunque sulla sua temperatura che deve ritenersi freddissima.

Esclusa quindi l'incandescenza, da quale altra causa potrà dipendere la luce delle nebulose? Da quale lavoro intimo potrà essere generata? Potrà dipendere da qualche particolare azione che l'etere promuove con le sue vibrazioni? Potranno

essere fenomeni elettrici, magnetici o altri forse di natura a noi ignota.

Abbiamo veduto, come l'Arrhenius spiegherebbe la luce delle nebulose come dovuta alle cariche elettriche portate dalle polveri cosmiche; da parte nostra vediamo se si possa colla nostra ipotesi dare una spiegazione più soddisfacente della natura di tali corpi e della loro lenta evoluzione: si potrà forse intravedere l'origine prima del cosmo e della stessa materia.

Parlando nei capitoli precedenti della materia e della sua intima costituzione, abbiamo veduto come si possa ritenere che essa non sia che dell'etere concentrato e per così dire organizzato, per modo che tutto l'Universo risulterebbe di un'unica sostanza o principio in due stati differenti: *etereo* e *materiale*.

La spiegazione che abbiamo dato dell'attrazio-

ne fra particella e particella e fra corpo e corpo, può reggere ugualmente e completamente e se consideriamo la natura intima dei corpi in base al concetto che si può avere dopo compreso il meccanismo dell'etere nei suoi rapporti colla materia, potremo concludere che nulla obbliga ad ammettere una natura differente fra le particelle elementari della materia propriamente detta, inerte e passiva, e quella dell'etere considerato quale agente attivo di tutti i fenomeni.

L'unità di attrazione che abbiamo rappresentato da due particelle elementari ultra-atomiche poste di fronte e che tendono ad attrarsi per la spinta dell'etere sussiste ugualmente anche se si immagina che al posto delle particelle che consideriamo come materiali, ve ne siano due del vero etere.

Naturalmente tali particelle di etere devono

considerarsi come rese schiave e imprigionate e perciò non sono più paragonabili a quelle completamente libere, e sebbene dell'identica natura dell'etere, rappresentano già la vera materia, perchè costrette ad ubbidire alle sue leggi.

Materia ed etere sono la stessa cosa; ma l'uno rappresenta l'agente universale interamente libero a sè stesso e con tutta la forza innata, l'altra sarebbe lo stesso etere reso schiavo, costretto nei suoi movimenti in limiti angusti e determinati.

A tale concetto non si oppone la teoria elettrica della materia con la quale anzi, come abbiamo veduto, si giunge senz'altro alla conclusione che gli elettroni che corrispondono alla particella elementare attiva della materia, non siano che piccoli vortici di etere.

AmMESSo ed accettato adunque che la materia non sia che etere concentrato, potrà dirsi assurda

la domanda: È la materia sempre esistita? non si potrebbe immaginare che tutte le particelle dell'etere imprigionate, costituenti la materia, fossero un tempo libere e che della materia nulla esistesse? Le particelle dei corpi potrebbero ancora dissolversi e ritornare libere nell'oceano infinito dell'etere? La materia composta per così dire dal nulla ritornerebbe nel nulla, o più propriamente nell'infinito?

Questo concetto dell'origine della materia, si potrà applicare ad nuova teoria delle nebulose.

L'ipotesi di Laplace e tutte le altre ipotesi cosmogoniche partono dalla nebulosa bella e formata, ma non possono fare un passo indietro per trovare come sia stata originata tale nebulosa e come sia originata l'energia iniziale accumulata nella stessa, dalla quale trarrebbero origine tutte le fasi successive di sviluppo, fino alla supposta

estinzione finale dei sistemi: è l'eterno problema sempre insoluto.

Ebbene: non potrebbero le nebulose essere materia in formazione, etere in eccesso che vada lentamente accumulandosi per rimanere imprigionato?

Date, forse, circostanze speciali, negli spazi immensi nei quali l'etere vibra senza posa, forse per qualche nodo delle onde eterree o per qualche fenomeno paragonabile alle interferenze delle onde sonore e luminose, potranno verificarsi degli ingorghi, degli accumulamenti eccessivi di particelle di etere, le quali perdendo a poco a poco l'eccesso della loro forza iniziale, che verrebbe assorbita dall'etere libero, e modificando i loro movimenti, finiranno per rimanere imprigionate.

A tale intimo lavoro, a questa specie di lotta fra le particelle libere e quelle che a poco a poco

vengono imprigionate, si potrà attribuire l'origine della luce delle nebulose: anzi, propriamente, iniziandosi la materia colla formazione degli elettroni, sembra di dover senz'altro attribuire la luminosità a fenomeni elettrici.

È noto l'esperimento di fisica con una lamina metallica ricoperta di finissima sabbia. Facendo vibrare con un arco di violino tale lamina, si può vedere che la sabbia si dispone sopra certe linee simmetriche e regolari che vengono dette linee nodali. Si formano in tal modo, variando le vibrazioni, disposizioni differenti di tali linee con disegni svariati.

Questo esperimento potrebbe avere qualche analogia col modo di comportarsi dell'etere negli spazi, quando invece, come già dicemmo, non si tratti di fenomeni paragonabili alle interferenze, le quali del resto devono avere analogia colla vibra-

zione della lamina.

Due moti vibratori che si propagano lungo la medesima linea, secondo che le loro fasi vibratorie sono in discordanza od in concordanza, possono tanto elidersi che sommarsi. Così, nel caso del suono, si può avere un aumento o anche la cessazione di ogni suono. Tali fenomeni, detti interferenze, si possono verificare anche coi raggi caloriferi e luminosi, ottenendo l'aumento del calore e della luce o anche il freddo e l'oscuro.

L'esempio delle vibrazioni luminose e calorifere si presta pel caso nostro, trattandosi che anche tali fenomeni sono dovuti a vibrazioni particolari dello stesso agente: l'etere.

Anche l'etere negli spazi è tutto agitato da vibrazioni in tutti i sensi e che s'incontrano e s'intrecciano. Perchè non possono formarsi dei nodi nei quali le varie vibrazioni si elidano, avve-

nendo come dei ristagni delle particelle eteree?
O pure, perchè non possono verificarsi dei fenomeni paragonabili alle interferenze, avvenendo in dati centri dei rinforzi con ingorghi e accumuli d'etere ed in altri delle depressioni e dei diradamenti?

Dall'esistenza di questi nodi negli spazi, di questi nuclei di concentrazione, potrebbe dipendere la formazione delle nebulose, la cui posizione sarebbe influenzata, anzi provocata dalla posizione di altri nodi consimili, centri di altre nebulose forse già da lungo periodo trasformate in istelle.

Come vi ha una certa legge fissa sulla lunghezza delle onde sonore, luminose, calorifere, da cui dipende il fenomeno delle interferenze, dovrebbe esistere una legge per la vibrazione dell'etere negli spazi e perciò, ogni stella, ogni nebulosa che sembrano come gettate a caso, potrebbero avere

la loro ragione di essere, poichè segnerebbero altrettanti centri di questa specie di interferenze che unirebbero in legame armonico la compagine dell'Universo.

Ma sarebbe un legame superiore alla stessa gravitazione, la quale non può avere azione sensibile fra le varie stelle e nebulose, attraverso le incommensurabili distanze che le separano.

E la formazione del sistema solare, come di tanti altri sistemi, non potrebbe spiegarsi colla nostra ipotesi delle vibrazioni dell'etere? In modo analogo al fenomeno delle vibrazioni di una lamina, pel quale si producono le linee nodali, formatosi il primo nucleo del futuro Sole, potrà questo aver determinato nella massa schiacciata della nebulosa, in rapporto alla lunghezza delle onde eterree, tante linee nodali corrispondenti alle orbite dei varii pianeti, sulle quali sia venuta accumu-

landosi la materia della nebulosa in forma di anello, per concentrarsi poi nei pianeti in movimento intorno al Sole, secondo le leggi della gravitazione?

La legge detta di Bode, dimostra che le orbite dei pianeti non sono poste a caso intorno al Sole, ma si trovano con un certo rapporto armonico fra di loro.

Scrivendo successivamente i numeri 0. 3. 6. 12. 24. 48. 96. 192, dei quali ognuno è il doppio del precedente e aggiungendo a ciascuno un 4, si ottengono le seguenti cifre:

4.7.10.16.28.52.100.196

le quali esprimono con sorprendente approssimazione il rapporto delle distanze dei pianeti dal Sole.

Infatti, chiamando 10 la distanza della Terra dal Sole, si ottengono le seguenti cifre per le distan-

ze rispettive dei singoli pianeti:

Mer- cu- rio	Ve- nere	Ter- ra	Mar- te	Aste- roidi	Gio- ve	Sa- tur- no	Ura- no
--------------------	-------------	------------	------------	----------------	------------	-------------------	------------

3,9	7,2	10	15,2	20-	52	95	192
-----	-----	----	------	-----	----	----	-----

35

Oltre Urano vi sarebbe Nettuno, il quale fa eccezione alla regola poichè dovrebbe trovarsi ad una distanza di $192 + 192 + 4$, pari a 388, mentre invece si trova ad una distanza solamente di 300. Per questa eccezione il Flammarion, da cui tolgo queste cifre, esclude alla supposta legge ogni importanza, dicendo che vi è un rapporto curioso, ma non reale.

È evidente invece che la coincidenza è troppo grande e non certo dovuta al caso e perciò potrebbe venire in appoggio della nostra ipotesi, es-

sendo forse indizio di una legge che regola le vibrazioni dell'etere nello spazio.

Le leggi della gravitazione spiegano in modo perfetto il meccanismo del moto dei pianeti intorno al Sole: ma il primo impulso da che provenne? e una volta ricevuto tale impulso potranno i pianeti mantenersi in eterno in moto sempre nella stessa orbita? Abbiamo spiegato per qual ragione l'etere non offre resistenza al movimento dei corpi celesti: ma sarà questo vero nel senso assoluto, oppure si dovrà ritenere che a lungo andare, una leggera resistenza debba essere risentita? Questo secondo caso si dovrebbe ammettere, avendo dovuto escludere che la velocità dell'etere sia veramente infinita.

E la rotazione dei pianeti e del Sole intorno al proprio asse come può mantenersi? Per la Terra, l'azione delle maree, non certo trascurabile, do-

vrebbe influire per rallentare la rotazione del pianeta.

Qualche cosa di simile dovrebbe verificarsi nel Sole; la forte differenza di velocità dell'equatore in confronto delle regioni prossime ai poli, è, come abbiamo veduto, l'indizio che l'involucro gassoso si muove passivamente, offrendo certa resistenza al nucleo in movimento. Inoltre, il materiale delle protuberanze lanciato, in tanta copia, in alto dalle parti centrali, non ha, rispetto alla rotazione dell'astro, una velocità tangenziale minore dei punti che successivamente attraversa, salendo alla superficie, e non offre perciò resistenza alla rotazione stessa?

E il movimento del Sole verso la costellazione d'Ercole e gli analoghi movimenti di tutte le stelle?

Tutti questi movimenti, perchè possono mante-

nersi se non vi è una causa, anche debolissima, che ne ripristini le energie perdute? e tale causa, non potrebbe risiedere nell'etere, quasi un fenomeno secondario e indiretto delle sue vibrazioni?

Se ciò fosse, la gravitazione fra gli astri e fra i pianeti si potrebbe paragonare alla legge che regola il movimento del pendolo: questo, per le resistenze diverse, andrebbe rallentando, ma il leggero impulso che riceve dalla molla dell'orologio, lo mantiene in costante oscillazione, senza che ne sia alterata la regolarità. L'influenza dell'etere da noi ammessa nel movimento degli astri potrebbe perciò paragonarsi all'impulso che il pendolo riceve dalla macchina ad ogni oscillazione.

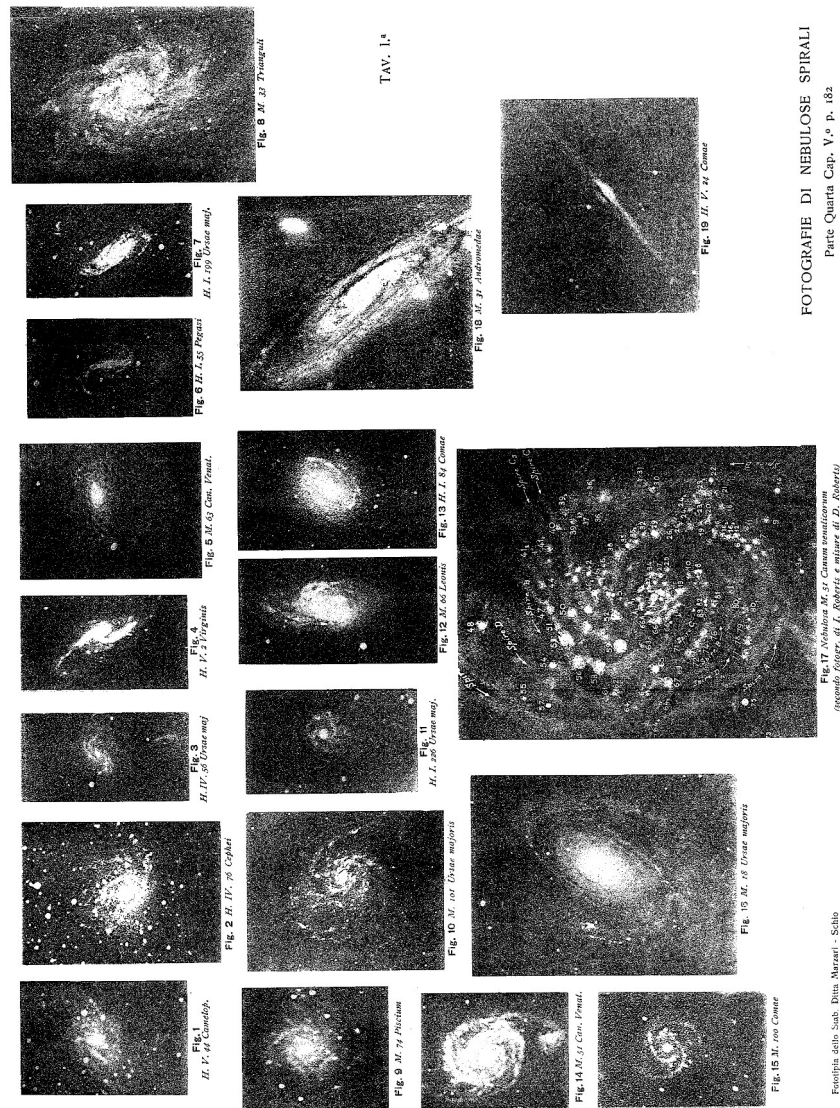
Ora ritornando alle nebulose, sempre in analogia al fenomeno delle interferenze, dovrebbero esistere dei centri di depressione entro ai quali trovandosi della materia nebulare, venisse que-

sta annientata, per essere riassorbita dagli spazi, trasformata nell'etere originario. Però un tale fenomeno, che richiederebbe un grande assorbimento di energia, che non potrebbe essere fornito che dall'etere libero, dovrebbe essere assai lento e verificarsi solo con la materia allo stato nebuloso. Anzi sarebbe logico ammettere che possa la materia impiegare ugual tempo, tanto nell'aggregarsi per formare la nebulosa, quanto nel dissolversi per ritornare allo stato di etere libero, svolgendo o assorbendo nei due casi ugual somma di energia. Ammesso ciò, potrebbe essere che qualcuna delle nebulose che noi vediamo, trovandosi in un centro di depressione, fosse sulla via di scomparire, per dissolversi.

Sarà ora opportuno vedere se in qualche modo le nebulose possano in realtà presentare indizî e caratteri da interpretarsi in appoggio alla nostra

ipotesi, e mi valgo per tale analisi di alcune riproduzioni di recenti fotografie ottenute nei grandi osservatori americani (tavola I)⁵³.

Non è inteso, che tutte le migliaia di nebulose



del cielo, delle quali una gran parte a mala pena si possono distinguere, abbiano a presentare i medesimi caratteri delle unite figure, è certo però che vi è predominante una tendenza alla forma a spirale, come già si è notato da gran tempo, e tale tendenza non può essere dovuta al caso.

Secondo ogni probabilità si tratta di una graduale evoluzione, a cui presto o tardi sono soggette tutte le nebulose, nella loro lenta trasformazione, per cui devono sorgere nuove stelle e nuovi sistemi.

Infatti, come si può vedere nelle unite tavole, la forma a spirale che appare appena iniziata nella nebulosa della figura 1, è già subito più marcata nelle figure 2-3-4-5-6-7, e ancor più nelle figure 8-9-10-11-12-13, fino a presentarsi nelle figure 14-15-16-17 con magnifiche spirali perfette.

Evidentemente le tre nebulose 14-15-17 si pre-

sentano col loro piano normalmente al nostro raggio visuale, mentre l'apparenza elissoidale che si riscontra nelle nebulose 12-13-16-18 deve dipendere dall'effetto di prospettiva, essendo il piano delle nebulose obliquo al raggio visuale.

Altro carattere che in generale deve prevalere nelle nebulose più progredite nella loro evoluzione, è la forma schiacciata come è rappresentato nella fig. 19 che si presenta nel suo spessore che corrisponderebbe al piano dell'eclitica del nostro sistema planetario, visto in sezione.

Da che cosa può dipendere questa tendenza alla forma a spirale; per quali leggi, per quali forze, si formano presto o tardi questi raggi che sembrano staccarsi dal nucleo come le code dei fuochi d'artificio, bene inteso, che con questi non si ha che una analogia di pura apparenza, non potendo esservi nelle nebulose l'azione della for-

za centrifuga?

Non credo che finora sia stata trovata una spiegazione: noi potremo tentarlo valendoci della nostra ipotesi, immaginando che il piano della nebulosa, sul quale si svolgono le spirali, corrisponda in certo modo al piano che si fa vibrare nei nostri laboratori, per provocare la formazione delle linee nodali.

Passata la prima fase di formazione di una nebulosa e quando incomincerà a concentrarsi un nucleo di una sensibile densità, potranno determinarsi nelle onde eteree convergenti questa specie di linee nodali, a spirale, disposte su di un piano passante pel nucleo, lungo le quali, la materia in formazione andrà mano mano concentrandosi.

Intanto il centro della nebulosa, alimentato anche dalle spirali, aumenterà di densità, rendendo-

si sempre più sensibile la sua influenza attrattiva, sulla materia nebulare circostante. Così sorgerà il nucleo del Sole del nuovo sistema, la cui temperatura, in causa della continua caduta della materia, andrà mano mano aumentando, come già ammettono le varie ipotesi cosmogoniche finora proposte.

Tali ipotesi però non hanno potuto dare una spiegazione veramente soddisfacente dell'origine dei movimenti rotatori e di rivoluzione del Sole e dei pianeti.

Io ho testè accennato che la causa di tali movimenti dovrebbe ricercarsi nelle vibrazioni stesse dell'etere, ed ecco appunto che i raggi a spirale delle nebulose potrebbero corrispondere alla direzione delle risultanti delle vibrazioni a cui sono forse dovuti i movimenti degli astri.

In tal modo le comete N° 13-14-10-16-17

darebbero indizio del senso di rotazione del futuro astro da sinistra a destra, mentre le nebulose 8-9-10-2-11 segnerebbero il senso di rotazione inverso da destra a sinistra.

Ma sembra di poter trarre altre deduzioni importanti:

Esaminando le nebulose 16-12-13-18 che si presentano, per effetto di prospettiva, di forma ovale, si direbbe che l'obliquità dei raggi a spirale sia tanto accresciuta, da assumere la forma di veri anelli concentrici al nucleo.

Specialmente le due nebulose 16-18 che si possono ritenere in una fase più avanzata della loro evoluzione, mostrano molto chiaramente varî anelli concentrici in formazione, i quali corrisponderebbero alle orbite dei futuri pianeti del nascente sistema, come ammette l'ipotesi di Laplace.

Particolare attenzione merita la meravigliosa

nebulosa della figura 17 che nella sua glaciale apparente immobilità, dà la perfetta idea del grandioso vortice dell'etere di cui è centro, coi numerosi rami involuti che sembrano ricevere il loro alimento dagli spazi. Siamo certamente di fronte ad un gigantesco complicato sistema, forse di più Soli, di numerosi pianeti e satelliti, che sta sorgendo.

Saremmo venuti adunque a questa conclusione importante, che le spirali segnerebbero il senso di rotazione del nuovo sistema e che sarebbero destinate a trasformarsi negli anelli planetari. La forza centrifuga ammessa dall'ipotesi di Laplace, alla quale sarebbe dovuta l'origine degli anelli, non avrebbe adunque nulla a che fare; i movimenti rotatori e circolatori sorgerebbero gradatamente mano mano che con l'aumento della densità del nucleo e degli anelli, l'etere, secondo la

direzione delle spirali, incomincerà ad incontrare una conveniente resistenza alle sue vibrazioni.

Come poi dagli anelli possano avere origine i pianeti si può spiegare, immaginando che concentrandosi sempre più la materia dell'anello, ne venga presto o tardi rotto l'equilibrio e allora tutta la materia si ammasserà in un unico nucleo che sarà il nuovo pianeta. Questo, ancora allo stato nebulare, potrà dar luogo ad un sistema secondario di anelli dai quali potranno sorgere i satelliti.

Eccezionalmente potrà l'anello mantenersi intatto come è il caso dell'anello di Saturno, che deve ritenersi costituito di materiale incoerente, analogo forse alle polveri cosmiche.

Il movimento di rotazione del nucleo centrale ed i movimenti di rotazione e traslazione dei nuclei planetari, incominceranno quando, delineandosi ormai il nuovo sistema planetario, i materiali,

sempre più concentrati, offriranno una crescente resistenza alle onde eterree.

L'aumento della temperatura del nucleo della nebulosa, cioè del Sole ormai già formato, deve attribuirsi al graduale ammassamento del materiale, cioè per effetto della sua caduta. L'effetto di tale caduta, cioè il riscaldamento, aumenterà rapidamente in causa dell'aumento della massa centrale, fino a raggiungere lo stato liquido dovuto all'eccesso della pressione.

La sfericità del nucleo, come nel caso del Sole, è una condizione dello stato liquido, essendochè soltanto la forma sferica offre l'equilibrio ad una massa liquida isolata nello spazio, all'infuori della influenza esterna. Perciò la forma sferica dei pianeti come la Terra, è una prova che in origine essi furono liquidi e per conseguenza tali ancora devono ritenersi nel loro interno, non ostante

l'opinione opposta di qualche moderno astronomo.

L'effetto dell'azione calorifera dell'etere, per la resistenza offerta dalla materia, non può, nel nuovo astro in formazione, verificarsi con qualche efficacia che in ritardo, specialmente quando il nucleo incomincerà ad assumere lo stato liquido. Da questo momento la progressione della temperatura non può essere che molto rapida per le due cause riunite, della caduta di sempre nuovo materiale e per l'azione dell'etere che sarà sempre in aumento fintanto che aumenterà la massa del nucleo.

Ma ciò avrà un termine colla cessazione del contributo meteorico al nucleo, cioè quando tutto il materiale della nebulosa si sarà agglomerato e da quel punto avrà principio il lento raffreddamento che continuerà fino a che sarà raggiunto lo

stato d'equilibrio fra il calore irradiato e quello generato dall'etere. Tale stato di equilibrio, come già abbiamo veduto, è forse ormai raggiunto dal nostro Sole e forse da molte stelle, e deve ritenersi di durata indefinita.

Ora, riassumendo la nostra ipotesi, possiamo immaginare l'Universo primitivo, cogli spazi affatto liberi da qualsiasi astro, nebulosa o corpo errante, la materia aggregata ancora non esistendo; solo l'etere, cioè l'energia che avrebbe dovuto in tal modo preesistere alla materia propriamente detta, occupava gli spazi.

Ma con le proprietà dell'etere, che fu definito: *ripulsivo di sè stesso e della materia*, un tale stato di perfetto equilibrio doveva cessare.

Bastò che nel vertiginoso turbinìo di questo infinito oceano d'etere si formasse un ingorgo, un eccesso anche leggero, perchè una certa quanti-

tà di etere, non più completamente libero a sè stesso e incagliato nei movimenti, rimanesse imprigionato, limitato sempre più nell'ampiezza delle sue vibrazioni, costretto ad abbandonare a poco a poco l'eccesso di energia: ecco il nucleo della prima nebulosa, il germe della futura materia.

Un tale processo, che si deve ammettere assai lento per la grande quantità di energia che doveva restare libera, potrà essersi verificato a caso, contemporaneamente in più punti del cielo e così, formatisi più nuclei di nebulose, le vibrazioni dell'etere, non trovando più lo spazio interamente libero, avranno incominciato a risentire una certa influenza, dando luogo, secondo certe leggi dipendenti dalla lunghezza d'onda delle vibrazioni eternee, a nodi o a rinforzi o indebolimenti in numerosi punti dello spazio, distribuiti, non più a caso, ma con ordine e armonia.

Così avrebbero avuto origine a poco a poco, per lenta trasformazione o meglio concentrazione dell'etere in materia (se può essere appropriato tale nome alla tenuissima sostanza formatasi da principio), tutte le nebulose del cielo, che per la continuità del fenomeno durante lunghissimi periodi, hanno potuto assumere vaste proporzioni.

Con questa nuova ipotesi cosmogonica si avrebbe risolto il problema dell'origine delle nebulose o del caos primitivo, davanti al quale si arrestano tutte le altre ipotesi finora immaginate.

Si può ammettere che tutte le nebulose, sia quelle ancora esistenti come tali, come quelle già trasformate in stelle, siano contemporanee e solo si può immaginare che per circostanze speciali, per le une il processo di concentrazione sia stato più rapido, per le altre più lento.

Ma d'altra parte non si può escludere invece,

che la formazione sia stata successiva e cioè, in seguito al successivo progredire di uno o più centri di accumulamento di materia, progredendo di pari passo l'influenza che tali centri potevano avere sulle onde eterree nello spazio ancora libero, abbia potuto sorgere qualche nuovo centro di concentrazione e quindi formarsi successivamente sempre qualche nuova nebulosa.

Anche lo spostamento dei varî centri l'uno rispetto all'altro, nei movimenti stellari, potrebbe essere causa della formazione di qualche nuovo centro di nebulosa.

Accennai già alla possibilità che esistano anche centri di dispersione, nei quali vi sia un diradamento del fluido eterreo, per modo che se in questi venisse a trovarsi della materia, possa disperdersi e scomparire.

Questo potrebbe essere il destino di qualche

nebulosa quando nei movimenti del cielo venisse a cadere in qualcuno di tali centri di dispersione, e ciò si può ammettere nel ciclo finale di qualche stella, quando, ben lungi dal raffreddarsi, come generalmente si ammette, possa verificarsi un eccesso di attività, come abbiamo a suo luogo accennato.

CAPITOLO VI.

Riassunto generale.

Dopo il lungo esame delle varie ipotesi da noi proposte, basate tutte sul principio generale dell'etere, ipotesi che si completano e quasi si compenetrano le une colle altre, la nostra mente deve ormai trovarsi preparata ad una più chiara e sintetica concezione di tutto il complesso problema dell'Universo che abbiamo da più lati affrontato. Così pure ci sarà meno arduo il comprendere, per quanto ciò sia possibile, la natura della materia ed i suoi rapporti coll'etere, dal quale essa evidentemente deriva. Perciò non dovrebbe esservi dubbio poichè, le conclusioni a cui siamo giunti sulle origini della materia, possono, anzi debbo-

no, avere il loro valore anche prescindendo dalla nostra ipotesi delle nebulose, sebbene anche questa, quando sia spoglia della parte sistematica, e cioè considerata nella sua essenza, debba, a mio avviso, imporsi per la sua semplicità e naturalezza.

Le varie ipotesi da noi svolte, che abbracciano tutto il ciclo dell'etere, si possono riassumere in un'unica formula: *I fenomeni dell'Universo dipendono tutti, senza eccezione, direttamente o indirettamente, da un'unica forza e da un unico principio: l'etere, che rappresenta l'energia nella sua forma originaria e più semplice e che è infinito come sono infiniti gli spazi.*

Nulla esisteva in origine all'infuori di questo fluido, che può considerarsi il principio e l'essenza della materia.

La natura dell'etere ed il suo modo di vibrare

che abbiamo tentato di spiegare nel corso di questo lavoro, saremo ora, io spero, meglio in grado di comprenderli.

L'etere è costituito di particelle che si possono considerare infinitamente piccole, sebbene in realtà tali non possano essere e dotate di una certa quantità di forza viva, in virtù della quale si muovono nello spazio.

Non essendovi in origine alcuna causa perturbatrice, tali particelle affatto libere a loro stesse e non obbedendo che all'impulso di cui sono animate, percorrono traiettorie perfettamente rettilinee, che sarebbero di lunghezza infinita, se non fossero interrotte dall'incontro di altre particelle nelle identiche condizioni, provenienti da altre direzioni: in seguito all'urto, le loro traiettorie prendono differenti direzioni.

Questo e non altro deve essere il modo di con-

cepire la natura dell'etere ed il suo modo di vibrare, quando, obbedendo unicamente alla forza innata, le sue vibrazioni non siano alterate da altre influenze, come sarebbero le azioni calorifere, luminose, elettriche, le quali non sono che derivati indiretti dell'energia primitiva dell'etere.

Si può immaginare che il presente mondo materiale un tempo non esistesse, essendo gli spazi completamente sgombri di astri e di materia qualsiasi: solo l'etere in movimento, cioè a dire, l'*energia* che avrebbe dovuto preesistere alla materia propriamente detta, occupava gli spazi.

Se l'energia non è che un prodotto dei due fattori, *massa e movimento*, conforme la formula mv^2 , non si può ammettere che sia ridotto a 0 uno dei due fattori, senza che scompaia ogni valore all'intera formula; come non si può ammettere movimento qualsiasi, senza che vi sia qualche

cosa che si muova; questo *qualche cosa* è rappresentato dalla minima particella dell'etere, cioè dalla piccolissima sua massa.

Ciò esclude, come già abbiamo veduto, che l'etere sia infinitamente diviso e infinitamente veloce, dovendo intendersi solo in senso figurato il termine *infinito* che tanto comunemente ricorre per esprimere la sua grandissima velocità e la sua estrema piccolezza.

Si deve concludere adunque che l'etere, pur differendo tanto profondamente dalla materia, ha già in sè l'attributo principale della stessa, cioè la *massa*: soltanto questa piccolissima massa manca della proprietà di subire la gravitazione e di agire sui nostri sensi.

Ciò premesso, sarà più facile comprendere come la materia possa considerarsi un derivato dell'etere.

E non si creda con ciò che possa essere intaccato il principio dell'indistruttibilità della materia, accettato come l'assioma fondamentale della scienza: è evidente infatti, che tale principio rimane in ogni caso intrinsecamente inalterato poichè, se la materia, come tale, potrà eventualmente sorgere negli spazi o pure dissolversi e scomparire, essa però nella sua intima essenza rimane eterna ed indistruttibile, non essendo essa infine che uno stato speciale, forse transitorio, dell'etere, quando sia spoglio di gran parte dell'energia innata di cui è dotato.

Si potrebbe quasi dire che la materia non sia che uno stato *allotropico* dell'etere.

Possiamo adunque ammettere che in natura possa verificarsi la trasformazione dell'etere libero in materia, e così pure possa realizzarsi il fenomeno opposto del ritorno della materia in etere

libero. Tali processi abbiamo ammesso che possano aver sede nelle nebulose, e sarebbe essenzialmente il primo un fenomeno di grande sviluppo di energia ed il secondo di riassorbimento di energia.

Veramente, a voler essere esatti, la parola energia è adoperata in questo caso impropriamente, poichè l'energia non è che un prodotto della massa pel movimento, mentre ciò che avviene è unicamente un trapasso di puro movimento, cioè di velocità che diminuisce in una massa, qual'è quella della materia che sorge, per essere ceduta all'etere che rimane libero.

Le particelle materiali animate della massima velocità e infinitamente disgregate, ritornerebbero all'etere; questo invece, spoglio di gran parte della propria velocità iniziale, sarebbe necessariamente aggregato, ed ecco la materia propriamen-

te detta.

Si potrebbe anche dire che la materia è etere compresso e concentrato, poichè le particelle eterree acquistano le proprietà materiali diminuendo la loro velocità di vibrazione, venendo costrette a percorrere orbite più anguste e determinate.

Se la materia può considerarsi etere compresso, dovrebbe rappresentare una massa immensamente maggiore dell'etere, il quale ha le particelle più lontane e che percorrendo una maggior orbita, occupano uno spazio tanto maggiore. Giova però ricordare che tali particelle, data la loro estrema incommensurabile velocità, possono considerarsi *onnipresenti*, non lasciando spazi vuoti.

In causa di tale proprietà fondamentale, possono conciliarsi nell'etere, come già abbiamo spiegato, i caratteri tanto opposti ed in apparenza

contradditori, di una elasticità e fluidità infinite, con la rigidità assoluta. Si viene da ciò ad una conclusione che può sembrare un paradosso e cioè, che la massa rappresentata dall'etere, sebbene tanto dilatato in confronto della materia e pur essendo allo stato imponderabile, può considerarsi infinita, mentre quella della materia, che si trova invece allo stato ponderabile, è in ogni caso limitata, e trovasi immersa nella massa imponderabile dell'etere, dal quale è interamente penetrata.

Dato l'Universo primitivo privo di materia, si comprende che l'attrazione, che è il carattere fondamentale della materia stessa, ancora non poteva esistere o piuttosto non poteva manifestarsi: l'attrazione sorge e si manifesta soltanto all'atto che due particelle dello stesso etere, trovandosi per caso di fronte, incalzate dagli urti delle altre

particelle, vengono spinte l'una verso l'altra, nel modo che abbiamo spiegato svolgendo la teoria meccanica dell'attrazione. Qui si ha appunto la prima manifestazione dell'attrazione ed il primo nucleo della materia, poichè quelle due particelle di etere, non più libere, sono schiave della forza attrattiva che esse stesse provocano.

Abbiamo però veduto che questo modo di considerare le origini della materia, quando si accetti la nuova teoria elettrica, deve essere modificato. Il primo gradino che dall'etere ci porta alla materia dipenderebbe dalla formazione di un piccolo vortice di etere, chiamato *elettrone*, dal cui movimento rotatorio ha origine, non più la semplice attrazione, ma una forza detta elettrica, che costituisce la dotazione di ogni elettrone.

Un vortice circolare piatto girante, per esempio, da sinistra a destra, ed un vortice analogo girante

da destra a sinistra, potrebbero rappresentare nella nostra immaginazione gli elettroni *positivi* e *negativi*. Due elettroni di segno contrario si attraggono, cioè vengono spinti l'uno verso l'altro e se di segno uguale si respingono e ciò con energia grandissima.

Sul giuoco di queste forze attrattive e repulsive, che sebbene dipendenti dalla forza detta elettrica, sono, al pari della attrazione, esclusivamente determinate dalla spinta dell'etere e sono quindi *esterne* agli elettroni ed alla materia, s'impernia l'origine della materia stessa, e ne risultano le infinite proprietà e combinazioni.

Abbiamo veduto come dall'aggruppamento degli elettroni abbia origine l'*atomo* della chimica e con l'aggruppamento degli atomi vengano costituite le *molecole* dei corpi e di tutti gli infiniti composti.

Con le molecole, che sono circuiti saturi, cesserebbe il predominio delle forze elettriche per agire esclusivamente la semplice attrazione, che si manifesta colla coesione molecolare e colla gravitazione.

Del resto, si chiami attrazione o prenda il nome di elettricità, la forza che tiene unita la compagine della materia è sempre la stessa, cioè essa è sempre ed in ogni caso la spinta dell'etere, dipendente dall'urto delle sue particelle, che pure nella loro estrema piccolezza in causa della loro enorme velocità e pel numero incalcolabile degli urti, rappresentano una somma immensa di energia che dall'esterno domina interamente la compagine della materia.

Nella nostra ipotesi abbiamo ammesso che le nebulose siano sede di una lenta evoluzione dell'etere in materia, rimanendo libera una gran-

de quantità di energia per la minor velocità che devono assumere le particelle nel prendere la veste della materia.

Bisogna però intender bene in qual modo avvenga lo svolgimento dell'energia.

L'energia non può andare in alcun modo perduta o menomata: se una particella ha perduto una parte dell'energia vuol dire che essa ha diminuito la sua velocità che fu ceduta ad altre particelle, le quali per conseguenza hanno assunto una maggior velocità di vibrazione. Solo in questo modo può concepirsi un trapasso di energia dall'uno all'altro corpo, sotto qualunque forma sia rappresentata tale energia.

Così deve ammettersi che avvenga della forza viva, cioè della velocità esuberante che mano mano vanno abbandonando le particelle dell'etere nella loro metamorfosi in materia.

Il fenomeno opposto, cioè un assorbimento di altrettanta energia, deve verificarsi quando invece la materia avesse a ritornare allo stato di etere libero.

Abbiamo ammesso che tali fenomeni abbiano luogo in centri di concentrazione o di dispersione che si troverebbero disseminati negli spazi, in corrispondenza ai quali si troverebbe una nebulosa od una stella già formata.

La posizione rispettiva dei singoli centri o nodi dipenderebbe da leggi in rapporto alla lunghezza delle onde di vibrazione eternee e perciò le varie stelle e nebulose sarebbero legate fra di loro con un legame armonico che le manterrebbe in rapporto le uno colle altre con una forza superiore alla gravitazione, la quale per l'eccessiva distanza che separa le varie stelle si può escludere che abbia influenza sensibile.

Analogamente abbiamo ammesso che esiste un legame dipendente anche questo dalla lunghezza delle onde eterie, al quale, all'infuori della gravitazione, possa attribuirsi il rapporto della distanza delle orbite dai vari pianeti rispetto al Sole.

L'originaria nebulosa solare con la sua forma schiacciata e l'attuale sistema planetario con le orbite dei singoli pianeti presso a poco in un unico piano, a somiglianza di molte nebulose del cielo, presentano forse qualche analogia con la lamina vibrante, come abbiamo spiegato: il Sole si troverebbe nel centro di questa specie di lamina e le orbite occupate in origine da anelli di materia nebulosa da cui ebbero origine i singoli pianeti, rappresenterebbero altrettante linee nodali, la cui posizione sarebbe in rapporto colla lunghezza d'onda, come sembra indicare la legge di

Bode.

Si tratterebbe, come si vede, di una forza secondaria e indiretta dell'etere, differente dalla gravitazione, che farebbe risentire la propria influenza anche a grandi distanze e conforme leggi fisse.

A fenomeni secondari di tale forza misteriosa potrebbe attribuirsi la rotazione degli astri intorno al proprio asse, come sembra indicare la direzione delle spirali delle attuali nebulose, e analogamente potrà avere una spiegazione il movimento di rivoluzione dei pianeti. Tali cause devono sussistere tuttora, dovendo compensare le perdite sia pur lievi, che tendono a rallentare il movimento dei pianeti.

L'origine del calore solare, secondo la teoria generalmente accettata, sarebbe dovuta alla concentrazione della materia solare fin dalle sue ori-

gini; cioè partendo dalla nebulosa originaria non si avrebbe che un continuo dispendio della primitiva somma di energia, senza alcuna causa che possa in modo qualsiasi ripristinarne anche solo una parte.

Anche le ipotesi che ammettono la possibilità della caduta dei pianeti nel Sole e delle stelle in altre stelle e così pure l'ipotesi meteorica che ammette la caduta di materiale estraneo al Sole, conducono forzatamente alla fase finale inevitabile, all'esaurimento di tutte le forze, all'estinzione definitiva di tutti gli astri.

Tutte le ipotesi, compresa la radioattiva che abbiamo riconosciuto così poco convincente, restano mute di fronte al problema fondamentale: *l'origine e la fine dell'Universo*.

La nostra ipotesi scioglie invece completamente il problema senza lacune.

Essa non parte dalla materia nebulosa già formata, ma risale all'origine di tutte le cose, alla fonte istessa dell'energia e della materia: all'etere, poichè ammette che soltanto lo spazio e l'etere con l'energia di cui è animato, siano veramente eterni, mentre la materia con tutti i suoi caratteri non sarebbe, per così dire, che un'accidentalità dello stesso etere, che forse un tempo nemmeno esisteva e che potrebbe cessare d'esistere.

Anche la nostra ipotesi deve ammettere che incominciando dalle nebulose per giungere alle stelle, tutta l'energia che irradia sotto forma di luce e di calore abbia la sua immediata sorgente nella concentrazione della materia; anzi, nel nostro caso il disperdimento di energia incomincierebbe assai prima, cioè già quando avviene la supposta concentrazione dell'etere in materia ne-

bulare. Ma ammette poi che ad un certo punto subentri una nuova fase che avrebbe principio quando la materia sia sufficientemente concentrata e meglio ancora quando, nelle stelle, incominci a formarsi il primo nucleo liquido. Allora, per la resistenza che la materia concentrata oppone alla libera propagazione delle vibrazioni, avviene che una porzione dell'energia dell'etere è assorbita dagli attriti e si ha una nuova sorgente di calore, che si manifesta coll'innalzamento della temperatura della materia, cioè dell'astro.

In tal modo si può dire che il calore sarebbe un prodotto *necessario* dei grandi e densi ammassi di materia. L'energia dell'etere che liberamente può penetrare fin nel più interno degli astri, una volta trasformata in calore non può uscirne che propagandosi attraverso la materia per conduttività, cioè assai più lentamente, e perciò il calore

può lentamente accumularsi. Da ciò dipenderebbe il calore interno terrestre e l'elevata temperatura del Sole e la sua straordinaria attività, anche ritenuto che il calore primitivo sia dovuto, come è ragionevole ammettere, alla concentrazione dallo stato nebuloso.

Ammessa questa sorgente, si può dedurne l'importante conseguenza, che lo stato attuale degli astri che si ritiene da tutti come transitorio, possa invece essere considerato stabile, perchè dipende da un vero equilibrio fra l'energia che provenendo dall'esterno colle vibrazioni dell'etere resta imprigionata sotto forma di calore, e quella che viene dispersa dagli astri stessi con le irradiazioni luminose e calorifere e che ritorna in tal modo all'etere senza che sia menomamente perduta. È inutile poi far rilevare quale importanza assuma per tutta l'economia dell'universo questo

processo della rigenerazione dell'energia, ammesso dalla Teoria del calore centrale. Per esso infatti, il Sole, le stelle ed i pianeti vengono riforniti mano mano dell'energia consumata e perciò si può ammettere che l'Universo possa essere mantenuto in perenne attività, potendo così ripudiare finalmente il preconconcetto così esiziale al progresso scientifico e così contrario alla ragione ed all'istinto, dell'estinzione dell'Universo, più o meno lontana, ma inevitabile e fatale.

È strano poi che la nostra ipotesi dell'origine della materia ci conduca ad una conclusione invece affatto opposta e cioè che l'Universo materiale, se dovesse un giorno cessare, ben lungi dall'essere ciò dovuto ad un esaurimento di energia che non potrebbe in alcun modo ammettersi, potrebbe invece scomparire per una causa del tutto opposta e cioè per un eccesso di energia

che ricondurrebbe tutta la materia al primordiale stato etereo.

Infine, prima di chiudere, si può venire ad una conclusione rispetto all'Universo ed alla materia, la cui esistenza può attribuirsi alla tendenza dell'etere ai movimenti vorticosi.

Infatti, un vortice è l'elettrone, vortici pure sono gli atomi e le molecole rispettivamente costituiti di elettroni e di atomi.

Un gran vortice nelle onde eternee si può considerare il sistema planetario, vortici minori e secondari rappresentano i pianeti coi relativi satelliti. Ogni stella è un centro di un vortice; vortici in formazione sono le nebulose e finalmente un gigantesco vortice che include e travolge gran parte del cielo a noi visibile è rappresentato dalla Via Lattea, di cui noi stessi facciamo parte.

Tale è l'Universo, sorto forse nello spazio privo

di materia e che potrà scomparire negli spazi.

Colla condensazione dell'etere in materia ponderabile l'energia degli spazi diffusa allo stato di movimenti cinetici prende altra veste; si trasforma e si manifesta in elettricità, luce, calore, e si crea la vita.

Dott. OLINTO DE PRETTO

PARTE QUINTA

Sopra una grande forza tellurica trascurata.

Nuovi orizzonti per la Geologia.

Seconda edizione della Memoria comparsa
nel "Bollettino della Società Geologica Italiana" -

Tomo XXXIII, 1914,

riveduta e ampliata.

Illustrata con Carte geografiche e Tavole a colori.

INTRODUZIONE ALLA PARTE QUINTA

Credo opportuno completare la presente pubblicazione ristampando a guisa di appendice un mio più recente studio, uscito nel "Bollettino della Società Geologica Italiana", Tomo XXXIII, 1914, col titolo: *Sopra una grande forza tellurica trascurata. Nuovi orizzonti per la Geologia.*

È noto che i bollettini di Società Scientifiche, se hanno il vantaggio di rivolgersi ad un ceto di lettori in maggioranza competenti, hanno d'altra parte l'inconveniente di seppellirsi ben presto negli scaffali delle biblioteche, onde ben di rado, argomenti anche di qualche interesse, possono venire a conoscenza del pubblico.

Debbo poi aggiungere che questa pubblicazione, di indole più che altro speculativa e che tratta

in ispecial modo argomenti di astrofisica, non poteva interessare che un ristretto numero dei lettori del Bollettino di una Società Geologica, e questo mi indusse a trarla dall'oblio a cui sarebbe probabilmente destinata.

In questa Memoria espongo una nuova teoria, secondo la quale, fin dalle prime epoche geologiche, e fin da quando incominciò a coprirsi della crosta solida, il globo terrestre, indubbiamente liquido, era percorso da regolari correnti superficiali del magma lavico, dirette dall'equatore verso i poli, alle quali sarebbe dovuta la dispersione dei depositi carboniferi che si trovano nelle vicinanze dei poli, ed alle quali correnti sarebbe anche principalmente dovuta la formazione delle principali catene montuose prevalentemente disposte in direzione parallela all'equatore terrestre.

Un sistema analogo di correnti dovrebbe esi-

stere nel Sole e con ciò si darebbe una spiegazione razionale della prodigiosa sua attività, alla quale partecipa indubbiamente gran parte della sua massa, e si avrebbe anche una plausibile spiegazione della zona delle macchie e degli altri fenomeni superficiali.

Come era inevitabile e anche giusto, la mia ipotesi, per la quale cercai il giudizio di competenti, ebbe qualche critica che trovo opportuno di riportare in fine della Memoria, colle mie risposte.

Rendendo omaggio alla grande competenza dell'Illustre astronomo, il cui giudizio in ispecial modo può colpire il merito della mia tesi, non posso a meno di esprimere l'impressione che la sua critica, certamente dettata da rigorosi criteri scientifici, sia frutto di un esame troppo affrettato e superficiale del mio studio, e oso dire anche non scevro di una prevenzione, forse per la scar-

sa autorità del suo autore, il che fu probabilmente di ostacolo a penetrare con la serenità necessaria nello spirito del problema, così importante sia per la Geologia che per l'Astronomia.

Le correnti del magma terrestre.

Origine delle montagne.

I dati della Geologia dimostrando la grande antichità della Terra, darebbero anche la prova evidente che la Terra stessa fu nelle epoche passate molto più calda che al presente, essendovi indizi di climi caldi, anzi propriamente tropicali, non solo nelle attuali zone temperate ma perfino in vicinanza ai poli.

I carboni inglesi, col clima attuale dell'Inghilterra, non avrebbero certamente potuto formarsi e bisogna quindi dedurre che durante l'epoca carbonifera nella latitudine dell'Inghilterra dominasse un clima veramente tropicale, come doveva richiedere la flora carbonifera.

Ma simili depositi di climi tropicali si riscontrano

molto più a nord: infatti all'*Isola dell'Orso*, a 75° gradi di latitudine nord, vi sono dei grès e delle argille del sistema carbonifero, dello spessore di 20 metri, coi fossili caratteristici di tale deposito.

Allo Spitzberg, che si trova in prossimità ad anche oltrepassa l'80° grado di latitudine, secondo le osservazioni di Nordenskjöld, la formazione carbonifera è notevolmente sviluppata, oltrepassando lo spessore di 1500 metri.

Il carbonifero esiste anche coi suoi caratteri e fossili all'estremo nord della Terra di Grinnel alla latitudine di 82°40'.

Questi sono i dati che io tolgo dal *Traité de Géologie* (p. 872) di De Lapparent, ma ora si possono avere notizie più recenti.

Al Polo Sud, come si può sapere ora, esiste il carbonifero ed uno dei risultati pratici più importanti della disgraziata spedizione Scott, fu appun-

to la scoperta di giacimenti di carbone, che sarebbero dei più vasti della Terra.

Dei depositi carboniferi dello Spitzberg si hanno dati che dimostrano la loro importanza, essendo ora sfruttati. La qualità del carbone che vi si estrae può stare alla pari del miglior carbone tedesco.

Ma non basta: ecco una notizia ancora più recente che ci reca la "Rassegna Mineraria" del 16 novembre 1916: *"Il carbone nello Spitzberg. Secondo quanto riferisce la nostra R. Legazione in Copenaghen, è recentemente ritornata in quella città una spedizione inviata quest'estate allo Spitzberg, allo scopo di far ricerche sui giacimenti carboniferi di Advent Bay e Green Harbour, appartenenti alla Società Anonima "Svalbard Kulgruber".*

"Tali giacimenti, secondo notizie ora recate dal-

la spedizione, conterrebbero carboni di primissima qualità e sarebbero di una grande estensione: quello di Advent Bay avrebbe un'estensione di 340 chilometri quadrati con circa 6800 milioni di tonnellate di carbone, e quello di Green Harbour, 100 chilometri quadrati con 200 milioni di tonnellate.

"I lavori fatti permetterebbero già d'iniziare l'impianto del macchinario necessario per una produzione annua di circa 200 mila tonnellate di carbone".

Si tratta, come si vede, di una bella ricchezza, che potrebbe costituire il patrimonio di una grande nazione industriale.

In base a tali dati, si venne alla conclusione che, durante il carbonifero, il clima fu il medesimo tanto in prossimità del polo quanto in vicinanza all'equatore:

"... Il carattere della vegetazione carbonifera, in qualsiasi località si osservi, implica in tutto il globo una uguaglianza quasi assoluta della distribuzione del calore e della luce.

"Ora i vegetali non sono i soli a testimoniare di tale uniformità: le specie marine contribuiscono alla medesima dimostrazione. Infatti un gran polipo costruttore, il *Lithostrotion*, comune all'Europa e agli Stati Uniti, è stato ritrovato nelle regioni artiche, specialmente in prossimità alla Punta Bar-ror. Dunque a quell'epoca il Mare Artico era un mare a coralli, cioè a dire che mai la temperatura dell'acqua della superficie non discendeva sotto i 20 gradi. D'altra parte a quest'alta temperatura delle regioni polari non corrispondeva necessariamente un'esagerazione corrispondente del clima dei tropici; poichè la presenza nel carbonifero delle Ande della Bolivia dei *Productus semi-*

reticulatus, *P. longispinus*, ecc. attesta che la stessa fauna marina, e per conseguenza le medesime condizioni fisiche, regnavano dall'equatore fino ai poli, poichè le medesime specie furono osservate a 82 gradi di latit. nord" (DE LAPPARENT, op. cit., pag. 884).

Secondo Lasquereux⁵⁴, i due quinti della flora carbonifera di America sono comuni con quelli del vecchio mondo. Lo Spitzberg, le Indie orientali, la Cina, l'Africa Australe, il Brasile offrono nei sedimenti carboniferi delle specie europee. Regnava adunque allora nel globo una uniformità di condizioni quasi assoluta. Una simile uniformità di clima si riscontra anche in periodi geologici molto più recenti.

Infatti si trovano depositi lignitiferi dell'eocene, con piante fossili di climi caldi ad Atanekerdruk in

54 DE LAPPARENT pag. 872.

Groenlandia al 70° grado; così al Canadà, in Islanda e ancora molto più a nord, nell'Isola degli Orsi e nello Spitzberg (DE LAPPARENT, pag. 1260).

Mi limito a questi esempi senza diffondermi ulteriormente: non occorre di più del resto per giustificare l'opinione che nell'epoca carbonifera, non solo, ma anche nell'epoca terziaria, regnassero temperatura calda e condizioni uniformi dall'equatore ai poli.

Tale uniformità di temperatura, riconosciuta e accettata da tutti i geologi, si tenta spiegarla con l'influenza diretta della temperatura propria della Terra, la quale doveva essere allora più calda e con una crosta più sottile. Ma dato che ciò bastasse per spiegare la maggior temperatura, vi ha una difficoltà più grave da vincere, quella della luce, che è altrettanto necessaria del calore per

la vegetazione e che deve ammettersi quasi uniforme dall'equatore ai poli, il che è molto più difficile. Per tentare una spiegazione della luce uniforme si ricorre dai geologi ed astronomi all'ipotesi di un Sole nebuloso molto più grande e dilatato, di un Sole cioè più giovane, in via di formazione.

Ma siccome questo ancora non basterebbe per spiegare la uniformità della luce nelle differenti latitudini, si ammette inoltre che durante gli antichi periodi nei quali, fra gli organismi, dominarono quasi esclusivamente i vegetali, l'atmosfera fosse molto umida, molto carica di nubi che non lasciassero passare che una luce molto diffusa. Accettata universalmente una tale spiegazione, i geologi non indagano più oltre, ma evidentemente le obiezioni sono molto facili.

Il nostro globo, più caldo colla corteccia sottile

ed il Sole nebuloso più dilatato, dato pure che possano ammettersi durante l'epoca carbonifera, come potranno ancora ammettersi per l'epoca terziaria delle ligniti, succeduta parecchi milioni di anni più tardi e relativamente così prossima a noi? E pure non vi ha dubbio che, secondo gli indizi della flora terziaria, doveva regnare anche in tale periodo un clima caldo fin verso i poli.

Si ammette il Sole più grande: ma quanto più grande avrebbe dovuto essere onde poter diffondere una luce uniforme dall'equatore ai poli, per eliminare la differente ripartizione di luce a seconda delle stagioni sotto le latitudini polari?

Ma anche se ciò fosse, non potrà mai essere eliminato l'effetto della sfericità della Terra, poichè in ogni caso sulle calotte polari i raggi cadranno molto obliqui e attraverseranno un forte spessore di atmosfera, mentre verso l'equatore

cadono verticali e attraversano un minore strato d'aria e tutti sanno che da tale differenza dipende precipuamente la differenza dei climi secondo le latitudini. È vero che l'atmosfera umida e nuvolosa potrà eliminare almeno in parte le differenze; ma in tali condizioni e con un Sole tanto meno luminoso, di quale luce potevano usufruire i vegetali dell'epoca carbonifera, sotto quella cappa plumbea nelle latitudini polari? In tale semi oscurità potevano verificarsi le condizioni favorevoli per la flora lussureggiante del carbonifero? Ma non si dimentichi poi che tali condizioni di uniformità di clima dovrebbero essersi mantenute per un periodo lunghissimo probabilmente di milioni d'anni.

Ma questo ancora non basta, poichè oltre al clima è da considerarsi che i depositi carboniferi richiesero inoltre condizioni speciali caratteristiche

di suolo, che avrebbero dovuto riscontrarsi in regioni tanto diverse della Terra. Infatti i letti carboniferi sono quasi ovunque molto numerosi, sovrapposti gli uni agli altri, alternati con strati di argilla, grès, ecc., per lo spessore che può raggiungere centinaia di metri.

Ora, ciò si spiegherebbe coll'ammettere che ad ogni strato di carbone corrisponda un abbassamento di livello, altrimenti lo strato successivo superiore non avrebbe potuto formarsi, poichè bisogna tener conto che il carbone è un prodotto di vegetazione paludosa. Si ritiene cioè che ad ogni strato di carbone corrisponda uno sprofondamento del suolo ed un arresto, con alternative che devono essersi ripetute durante tutto il lunghissimo periodo richiesto per la formazione dell'intero deposito.

Sono condizioni affatto speciali, difficili a spie-

garsi, e che avrebbero dovuto ripetersi nelle identiche condizioni in tutte le svariate regioni e disperate latitudini in cui ora si riscontrano i depositi carboniferi, e quindi si può dire per tutto il globo.

In realtà conviene confessare come riesca inspiegabile una tale rigorosa uniformità di clima, di umidità, di luce e di suolo, dall'equatore al polo.

Sono piccoli e grandi depositi sparsi in ogni località della Terra, dalla Bolivia agli Stati Uniti, al Canada; in Cina, nel Giappone, Africa Australe, al Polo Sud, Europa, Inghilterra, Spitzberg, Groenlandia, ecc.: tutti di una uniformità meravigliosa per caratteri stratigrafici, fisici e fossiliferi, quasi provenissero da un unico immenso deposito, rotto, sparso a brandelli in ogni parte del globo.

Ma se ciò fosse realmente? Se i depositi carboniferi fossero stati deposti sotto le zone calde e

poi siano stati rotti e dispersi fino ai poli per qualche forza finora ignota?

Secondo le vecchie teorie geologiche, la conformazione dei continenti e delle montagne, cioè tutta l'orografia terrestre era attribuita ai sollevamenti, causati dalle forze interne delle masse ignee della Terra. Più tardi la teoria dei sollevamenti fu abbandonata per lasciar posto all'altra teoria, ormai accettata universalmente, che attribuisce la formazione delle montagne ad una causa che si può dire opposta, dipendente dal graduale raffreddamento della Terra, la quale diminuendo di volume si raggrinza alla superficie. Si formerebbero in tal modo delle pieghe analogamente a quanto si verifica, per esempio, in una mela, che per l'evaporizzazione dei succhi si raggrinza all'esterno, e le pieghe della superficie del

globo sarebbero appunto le montagne, i rilievi dei continenti e le depressioni degli oceani.

La spiegazione è molto semplice, come si vede, e si comprende anche che, all'opposto della vecchia teoria dei sollevamenti, le forze che determinerebbero la formazione delle pieghe, cioè le catene montuose, anzichè dipendenti da spinte dirette dal basso all'alto, si ridurrebbero a spinte di fianco.

Tale spiegazione soddisfa veramente assai di più per chiunque, anche se profano di Geologia, consideri la costituzione delle montagne in genere, delle catene e delle valli, la forma contorta, spezzata, le pieghe ed i rovesciamenti degli strati che in ogni parte si presentano a nudo al più superficiale osservatore.

Col semplice raggrinzamento, difficilmente però si potrebbero spiegare gli spostamenti di gruppi

montuosi e di intere regioni per notevoli distanze, ammessi dalla moderna teoria, detta dei *carreggiamenti*; termine veramente non molto appropriato e che mi sembra inutile visto che già nella Geologia esisteva il vecchio termine dei *disloca-menti*, molto più espressivo ed esatto.

Secondo questa nuova teoria, si ammette per esempio dal Termier e da altri geologi che l'Isola d'Elba sia un lembo carreggiato forse dell'Appennino Toscano; così il Suess ammetterebbe che le Prealpi Venete possano essere una massa carreggiata originaria delle Dinariche.

Si tratterebbe, come si vede, di spostamenti per centinaia di chilometri che non potrebbero certo spiegarsi col semplice raggrinzamento.

Anche se si considera come siano disugualmente distribuiti sulla superficie del globo i rilievi montuosi, le grandi pianure e le depressioni mari-

ne, difficilmente si riesce a convincersi come possano avere avuto origine per causa del raffreddamento terrestre, il quale avrebbe dovuto determinare un corrugamento generale presso a poco uniformemente distribuito su tutta la superficie del globo.

La Terra è, come si sa, nel suo interno, allo stato incandescente e, con ogni probabilità, allo stato liquido.

Ora immaginiamo un globo come la Terra, ad alta temperatura, completamente liquido anche all'esterno ed immobile nello spazio, senza movimento di rotazione.

Per l'irradiazione verso gli spazi, esso subirà un raffreddamento uniforme su tutta la superficie. In causa di tale raffreddamento, i liquidi superficiali della sfera aumenteranno di densità e di-

scenderanno verso il centro, per essere sostituiti da altri liquidi più caldi e meno densi provenienti dall'interno. In tal modo nell'intera massa del pianeta si formeranno delle correnti ascendenti e discendenti; tutta una circolazione dal centro alla superficie e dalla superficie al centro, nel modo indicato dalle frecce della fig. 10, senza alcuna differenza da un punto all'altro del globo.

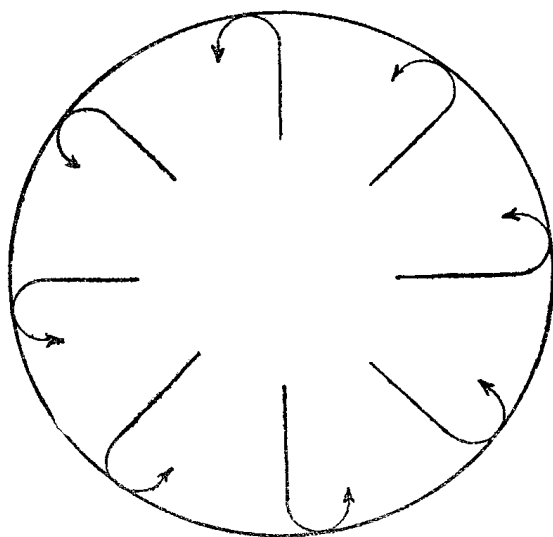


Fig. 10.

La fig. 10 suppone il pianeta immobile senza alcun movimento di rotazione. Le frecce indicano

le correnti dei liquidi caldi ascendenti dal centro, che giunti alla superficie si raffreddano e ritornano in basso. Tale circolazione sarà uniforme in qualsiasi punto del pianeta.

Ciò premesso, immaginiamo invece che il globo caldo e liquido, che abbiamo supposto immobile, assuma un movimento di rotazione intorno ad un asse, come è appunto il caso della Terra. Allora nella massa liquida del pianeta si svilupperà la forza centrifuga che determinerà in corrispondenza all'equatore un rigonfiamento ed uno schiacciamento ai poli?

Che avverrà allora di tutti i movimenti disordinati ascendenti e discendenti che agitano la massa liquida del pianeta?

Tutti questi movimenti assumeranno direzioni ben determinate: le correnti ascendenti della materia più calda e meno densa, richiamate dalla forza centrifuga, si concentreranno in una regione mediana del globo in corrispondenza del rigonfiamento equatoriale: dall'equatore fino alle regioni polari tutta la massa superficiale, che an-

drà mano mano raffreddandosi, determinerà una corrente generale continua diretta verso i poli, dove per la maggior densità assunta sarà richiamata verso l'interno del globo formando un vortice polare, al quale corrisponderà una grande corrente discendente, in corrispondenza all'asse di rotazione terrestre, diretta verso il centro (fig. 11).

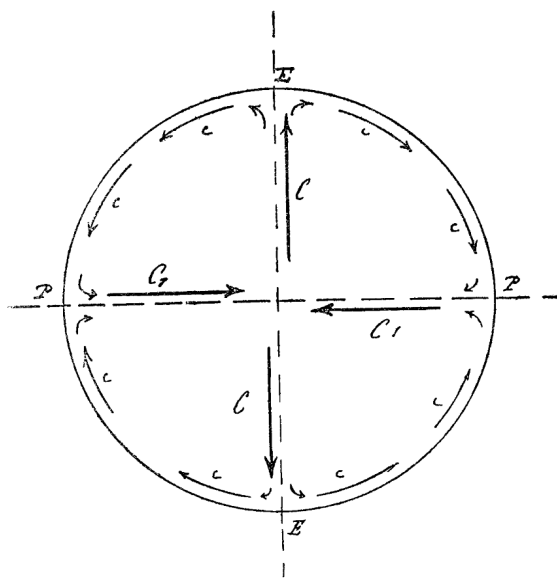


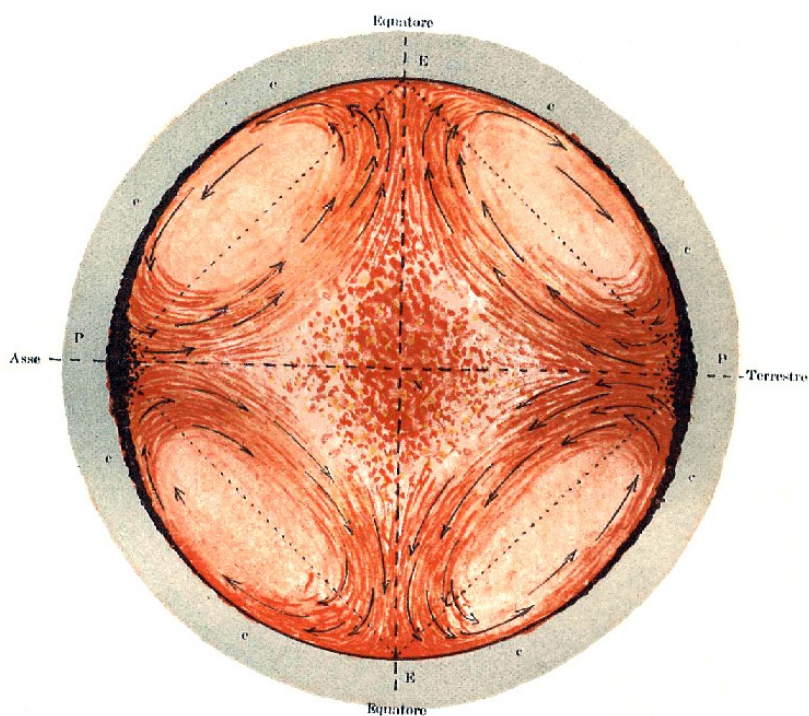
Fig. 11.

La fig. 11 considera il pianeta che abbia un movimento di rotazione intorno all'asse PP. Per la

forza centrifuga le correnti CC ascendenti calde del centro si concentreranno prevalentemente in corrispondenza della zona equatoriale EE e quelle fredde C_1C_1 discenderanno in corrispondenza di PP verso il centro. Dall'equatore, dirette verso i poli nei due emisferi esposti all'irradiazione, si formeranno delle correnti superficiali, c, c, c .

Allo stesso effetto concorrerà l'azione riscaldatrice del Sole, il quale in corrispondenza della zona torrida, che coincide col rigonfiamento terrestre, farà risentire maggiormente la propria azione riscaldatrice, mentre tale azione mancherà quasi in corrispondenza delle due calotte polari, specialmente durante le lunghe notti polari.

Sezione schematica della Terra con le correnti
del magma liquido quando non era ancora con-
solidata
alla superficie.



La Fig. 12 rappresenta le correnti del liquido
terrestre come devono ammettersi realmente. I li-
quidi raffreddati delle correnti superficiali ccc...,
giunti ai poli PP e discendendo verso il centro,

devono assumere una direzione obliqua in corrispondenza alla corda PE uscendo riscaldati verso l'equatore. La zona azzurra esterna rappresenta l'atmosfera che contenendo tutta l'acqua allo stato di vapore doveva essere molto più alta che al presente.

Si avrebbero così due grandi correnti, discendenti, una dal polo nord ed una dal polo sud, che s'incontrerebbero verso il centro terrestre. Quindi avendo subito il massimo riscaldamento, si espanderebbero in un disco in corrispondenza dell'equatore, richiamate da una crescente forza centrifuga verso la superficie.

In realtà però i movimenti dei liquidi incandescenti non avranno esattamente le direzioni come si possono ammettere in teoria.

Infatti i liquidi delle correnti discendenti dai poli

nel loro percorso verso il centro terrestre andranno rapidamente riscaldandosi, e tenderanno di nuovo ad allontanarsi dall'asse di rotazione sotto la crescente azione della forza centrifuga, assumendo una direzione obliqua lungo una corda diretta verso l'equatore (fig. 12).

L'esempio che può offrire una caldaia a vapore a focolaio interno (fig. 13) è molto istruttivo, poiché riproduce con una certa approssimazione le correnti terrestri, sebbene le condizioni non vi corrispondano che in parte, mancando la forza centrifuga.

Se immaginiamo che il focolaio rappresenti il nucleo terrestre, da cui emana la sorgente calorifera, e che la linea *ab* della griglia corrisponda all'asse terrestre e che la linea *cd* del piano mediano della caldaia corrisponda al piano dell'equatore, avremo a destra ed a sinistra ripro-

dotte le correnti terrestri, come due vortici formati dalle correnti calde mediane ascendenti e discendenti poi lungo le pareti per essere di nuovo richiamate verso il centro.

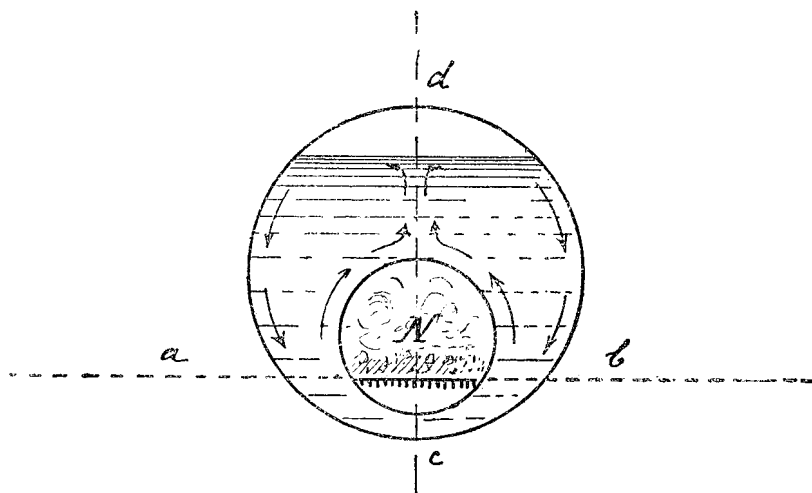


Fig. 13.

La fig. 13 rappresenta una caldaia a vapore a focolare interno. La linea *ab* della griglia corrisponderebbe all'asse di rotazione della Terra, la linea mediana *cd* corrisponderebbe all'equatore. Il focolaio *N* da cui emana il calore corrisponde al nucleo terrestre. Le frecce indicano le correnti calde che salgono dal centro e le correnti fredde

che discendono lungo le pareti.

Il liquido terrestre subirà una specie di schiumatura; i metalli più densi si concentreranno in un nucleo centrale di forma lenticolare o piuttosto come due coni appoggiati per la base in corrispondenza all'equatore; gli spazi fra la superficie dei coni e la superficie esterna della sfera saranno occupati dai materiali in circolazione, costituiti cioè dalle scorie, dalle schiume e dai materiali meno densi. Avremo insomma propriamente le lave dei nostri vulcani terrestri, coi loro caratteri specifici di composizione e struttura secondo le epoche geologiche, e variabili pure da regione a regione della Terra e da vulcano a vulcano.

Avremo così la spiegazione razionale dell'origine del nucleo terrestre di alta densità, ammesso necessariamente per spiegare la forte densità media

della Terra in confronto del peso specifico medio dei materiali che concorrono a formare la corteccia terrestre.

Dato il peso specifico medio terrestre di 5,50, se il nucleo risultasse di metallo puro, ammettendo per questo il peso specifico di 7,75 del ferro, rappresenterebbe il 57% del volume del pianeta e l'80% del peso, mentre il magma lavico, ammesso del peso specifico del 2,50, rappresenterebbe il 43% del volume del pianeta ed il 20% del suo peso.

Il liquido lavico in perenne movimento, raffreddandosi alla superficie, avrà incominciato a formare delle croste di scorie galleggianti, trasportate costantemente verso i poli come i ghiacci alla deriva, formandosi così due calotte solide sempre più grandi, che avranno finito per congiungersi verso l'equatore.

Quando poi tutta quanta la superficie della sfera sarà stata coperta dalla crosta, le correnti laviche sottostanti non avranno per questo cessato di funzionare, poichè l'azione raffreddatrice dell'irradiazione verso gli spazi e la differente azione riscaldatrice del Sole fra l'equatore ed i poli, anche se attenuate per la presenza della crosta coibente, esisteranno sempre.

Ecco dunque il fatto che dobbiamo constatare: l'esistenza di grandi correnti laviche dirette dall'equatore ai poli, in perenne attività, fino dalle prime origini del nostro pianeta, e, data la capitale importanza che tali correnti devono aver avuto nella genesi della Terra, è da stupire come finora non siano state, non dirò studiate, ma nemmeno, ch'io mi sappia, intraviste o immaginate da alcun geologo.

Data l'esistenza di queste grandi correnti sotto la

crosta solida, si potranno forse meglio spiegare fenomeni e accidentalità della superficie terrestre, poichè siamo certo di fronte ad una grande forza tellurica di cui finora non si era tenuto conto.

I ghiacci che coprono i mari polari, trasportati dalle correnti o dai venti, quando s'incontrano, o quando trovano un ostacolo, formano le dighe di pressione, cioè accavallamenti di blocchi di ghiaccio che raggiungono talvolta l'importanza di piccole colline. Le descrizioni delle spedizioni polari parlano spesso di tali dighe di pressione e dei pericoli che offrono alle navi.

Date le correnti laviche superficiali, le scorie galleggianti devono comportarsi come i ghiacci polari, solo che si dovranno fare le debite proporzioni coll'immensità della forza che potrà muovere e trasportare interi continenti, ed alle modeste dighe di pressione dei ghiacci corrisponderanno le catene

delle montagne e delle colline, gli altipiani e gli avvallamenti oceanici.

Ammesso ciò, se è vero cioè che le catene delle montagne possano essere state determinate dalla spinta delle correnti laviche, alla direzione dominante di tali correnti dall'equatore ai poli, dovrà corrispondere una direzione prevalente delle catene montuose da est verso ovest, cioè in senso normale alla spinta. Basta perciò dare uno sguardo a qualche buona carta geografica per constatare come un tale fatto si verifichi con un'evidenza straordinaria, tanto da dover concludere che la prevalenza della direzione delle catene montuose da est ad ovest non deve essere il risultato di una semplice combinazione, di un'accidentalità, ma bensì dipendere da una legge fondamentale dell'orografia terrestre.

Già nel continente africano, così scarso di grandi

rilievi montuosi, troviamo la catena dell'Atlante costituito da una serie di montagne, colline ed elevazioni che dal Marocco vanno a perdersi in Algeria e Tunisia, che presenta una direzione media che ben poco si scosta dalla linea est-ovest.

Risalendo alla Spagna, la caratteristica è più marcata ed evidente, poichè possiamo vedere come le sue varie Sierre siano quasi esattamente dirette da est ad ovest. Tale carattere è poi soprattutto marcato nell'importante catena dei Pirenei, che si prolunga lungo la costa atlantica colla catena dei Cantabrici.

Il sistema delle Alpi deve essere considerato nei suoi rapporti coll'Appennino settentrionale da una parte, e coi Carpazi, colle Alpi Transilvaniche e fino alle catene dei Balcani. Questo grandioso sistema di rilievi si presenta col proprio asse maggiore da est ad ovest, e tale direzione è marcata dai suoi

fiumi principali, come il Po, il Danubio, la Drava, la Sava, oltre ai bacini montani dell'Adda, del Rodano, del Reno, dell'Aar e anche dei laghi Svizzeri.

Se bene si considerano tutti i gruppi montuosi dell'Europa centrale, compresi tra la Francia meridionale e la penisola Balcanica, si deve concludere come debba trattarsi di un sistema montuoso unico, dovuto ad una spinta da nord a sud. Nella zona centrale, dove la spinta agì con la maggior forza, ebbe origine il sistema alpino e da questo, quasi irradiandosi alla guisa delle onde di uno stagno, ebbero origine le Cevenne, il Giura, i Carpazi, i Transilvani, le Dinariche ed i Balcani.

Altro grandioso sistema creato dalla spinta da sud a nord si ha nelle catene del Caucaso, col quale si trovano in evidente relazione tutte le varie catene montuose dell'Asia Minore, le catene dell'Elburs, sulla sponda meridionale del Caspio,

ed i monti della Persia.

Abbiamo poi un gigantesco sistema di montagne, il più grandioso della Terra, che con la sua conformazione e le sue caratteristiche non potrebbe essere di miglior conferma alla nostra tesi. Intendo parlare della grande catena dell'Imalaia e di tutto quell'assieme di catene e di altipiani che ne dipendono, verso il Tibet, la Cina, l'Indocina da una parte e verso il Kaschmir, il Karakorum e l'Afganistan dall'altra.

Questa deve essere la regione terrestre nella quale si svolsero le maggiori pressioni, risultandone una vastissima zona di grandi elevazioni che occupano tutta l'Asia Centrale. Anche qui la direzione della spinta da sud a nord non può mettersi in dubbio.

La penisola indiana, dalle foci del Gange alle foci dell'Indo, come la ganascia di una morsa immane,

con una fronte di oltre duemila chilometri, premette il continente asiatico che, opponendo il baluardo delle sue regioni nordiche, ha reagito contro la formidabile stretta.

La vasta regione ne fu tutta corrugata. Gli strati delle roccie più profonde furono piegati, sconvolti, schiacciati, formandosi l'Imalaia ed il Karakorum, che colle giogaie gigantesche di 8 chilometri di altezza dànno la misura delle forze che entrarono in giuoco.

Gli effetti della pressione si propagarono sulla fronte tutto all'ingiro per migliaia di chilometri. I vasti altipiani del Tibet, le catene interne del Kuën e Altyn; più a nord la grande catena del Tien-scian (Montagna-celeste) che si eleva fino a 7800 m.; più internamente ancora il gruppo degli Altai, quello di Changai o Hanghoi e altre catene della Mongolia settentrionale si presentano tutte colla dire-

zione spiccatamente predominante da est ad ovest, con evidente diretta dipendenza dall'Imalaia.

La pressione della morsa indiana, oltre ad essersi propagata per una profondità verso nord di oltre tremila chilometri, si è propagata ad est verso la Cina e l'Indocina, dove agendo forse su di una zona di strati meno profondi ha dato luogo alla formazione di numerose pieghe parallele in direzione trasversale ed analogamente si è verificato verso ovest con la formazione di numerose piccole catene parallele dell'Afganistan e del Belucistan. Insomma nulla si potrebbe immaginare di più dimostrativo di questo esempio grandioso in favore della nostra tesi dell'esistenza della spinta da sud a nord.

Questa tendenza dominante non può, io credo, essere messa in dubbio, ma naturalmente ciò non esclude che possano essersi formate catene e ri-

lievi in direzioni diverse. Ordinariamente però si tratta di rilievi di minor importanza i quali, avendo direzione diversa dalla solita dominante, mostrano di essere stati creati da una spinta laterale riflessa in dipendenza di un maggior rilievo sorto nelle condizioni regolari. Tale è il caso, per esempio, delle Cevenne e del Giura, che si trovano in rapporto evidente colle Alpi.

Una eccezione quasi unica su tutta la Terra, alla regola, è rappresentata dalla catena delle Ande e dalle Montagne Rocciose. Ma forse anche di queste potrà esservi la spiegazione come vedremo più avanti.

Dell'emisfero australe, in gran parte del resto ricoperto dagli oceani, tolta l'America meridionale con le sue Ande, a cui abbiamo testè accennato, nulla vi è da dire, non essendovi catene notevoli, salvo che nella Nuova Zelanda, la quale con le sue

Alpi sembra fare, come l'America, eccezione alla regola.

L'influenza di questa spinta dominante, dall'equatore ai poli, si dovrebbe cercare nella conformazione e nella disposizione delle terre emerse, dei continenti e delle loro propaggini peninsulari e delle isole: ma in generale non bisogna dare soverchia importanza alla conformazione delle parti asciutte del globo, come saltano all'occhio nell'esaminare una carta geografica, poichè non di rado il passaggio dal mare alla terra emersa dipende dalle differenze impercettibili di pochi metri. Inoltre non si deve dimenticare che vaste estensioni di continenti sono il risultato delle alluvioni dei fiumi e quindi di un lavoro posteriore. Ciò che vale come criterio è il crinale delle catene e queste sole indicano veramente la direzione della spinta da cui furono determinate.

Salvo adunque poche eccezioni, le principali catene di montagne indicano come abbia dominato la spinta nella direzione da sud a nord, alla quale è dovuta non solo la conformazione in generale dei gruppi montuosi, ma il corso stesso dei principali fiumi.

Intervennero poi gli agenti atmosferici, dei quali si ha in generale tendenza ad esagerare l'importanza sull'orografia alpina.

L'azione delle acque e specialmente dei ghiacciai ebbe certamente una parte importantissima sull'attuale conformazione delle montagne, ma non tanto però forse quanto ordinariamente si crede.

L'idea, per esempio, che le valli fossero in gran parte il prodotto delle erosioni trovava la sua ragione nella vecchia teoria dei sollevamenti, con la quale doveva ritenersi che in origine le grandi regioni alpine non fossero che vasti altipiani e lar-

ghissimi dorsi, solcati e incisi poi in seguito dal lavoro delle acque.

Invece le pressioni che determinarono il corrugamento prepararono anche le linee principali dell'orografia alpina: le montagne e le creste erano indubbiamente molto più elevate e scoscese che non siano ora e l'azione successiva dei ghiacciai e dei fiumi completò l'opera aprendo il corso ai fiumi ed ai torrenti, nei solchi già in gran parte tracciati.

Carta generale della Luna



La *Fig. 14* rappresenta l'emisfero della Luna sempre rivolto verso la terra. Come si vede facilmente, i caratteri generali dell'orografia lunare sono ben differenti e di tutt'altra natura dell'orografia terrestre.

Dell'Orografia Lunare.

Una conferma indiretta delle correnti laviche equatoriali, a cui sarebbe dovuta l'orografia terrestre, possiamo averla considerando le condizioni in cui trovasi la Luna, la cui orografia veramente singolare merita tutta la nostra attenzione.

Tolta forse poca analogia con qualche ristretta regione vulcanica della Terra, la fisionomia generale del satellite è del resto affatto differente, e mostra che la sua superficie così tormentata deve essere stata sotto il dominio di forze speciali differenti dalle terrestri (fig. 14).

La Luna che volge, come si sa, costantemente verso di noi il medesimo emisfero, si presenta colla sua superficie tutta irregolare e irta di montagne di un unico tipo, analogo a qualche vulcano terrestre ora estinto. Ma i vulcani lunari, tutti

estinti, sono di proporzioni vastissime, forse senza esempio sulla Terra, presentando dei circhi con diametri di 100 e anche di 200 chilometri e raggiungendo colle loro creste circolari altitudini fino a 7 mila metri.

Ma tutto questo apparato montuoso veramente gigantesco, tanto più se si tien conto delle minori dimensioni del satellite, non è soltanto caratteristico per la sua forma ed i suoi caratteri dominanti in confronto delle montagne terrestri, ma specialmente se si considera nel suo assieme.

Mancando nella Luna gli agenti degradatori atmosferici, come le piogge, i ghiacciai, i fiumi, i suoi monti mostrano di non aver subito alterazione alcuna delle loro origini.

Tutte le montagne lunari prese a sè sono indipendenti le une dalle altre e tranne le creste che orlano i circhi o che fanno sponda alle fessure

che irradiano dai vulcani, mancano del resto affatto le vere catene montuose paragonabili alle catene terrestri.

Non vi è alcun ordine o disposizioni caratteristiche le quali possano dare indizio che le forze interne del satellite abbiano ubbidito a qualche legge dominante, come nel caso della Terra. Mancano cioè affatto le catene parallele all'equatore, il che è, si può ritenere, il carattere dominante dei rilievi terrestri, ed è perciò che si dovrebbe senz'altro concludere come nel globo lunare manchino le correnti laviche, dirette dall'equatore al polo, con le quali invece abbiamo spiegato la formazione delle catene terrestri.

Tali correnti dominanti devono infatti mancare affatto nella Luna, come è facile dimostrare.

Al principio del presente capitolo, abbiamo considerato la Terra da prima supponendola immobi-

le nello spazio e poi considerandola nelle sue condizioni reali, col movimento rotatorio intorno al proprio asse.

Nel primo caso il raffreddamento della sfera liquida avrebbe determinato una circolazione ascendente dei liquidi più caldi e più leggeri e discendente dei liquidi raffreddati e più densi, ma senza ordine e senza distinzione alcuna fra un punto e l'altro della sfera.

Nel secondo caso invece il moto rotatorio, dando origine alla forza centrifuga, richiamava verso l'equatore le correnti calde ascendenti dal centro, e dalle regioni polari una corrente fredda verso il centro, dando luogo alla corrente superficiale diretta dall'equatore ai poli.

Ebbene, in quali condizioni trovasi la Luna che possa paragonarsi ai due casi supposti?

Essa, presentando verso la Terra costantemen-

te lo stesso emisfero, gira intorno al proprio asse con moto lentissimo, impiegando in tale movimento il tempo preciso da essa richiesto a percorrere la propria orbita intorno alla Terra e cioè 27 giorni, 43 minuti e $11\frac{1}{2}$ secondi, per modo che si può senz'altro concludere che nella Luna vi è assenza assoluta di forza centrifuga.

Siamo adunque in un caso analogo alla Terra supposta immobile, e in tali condizioni, quando la Luna era interamente liquida o anche più tardi quando incominciò a raffreddarsi, non poterono formarsi le correnti equatoriali, ed è per questo che l'orografia lunare manca affatto delle caratteristiche terrestri delle quali ci siamo occupati diffusamente.

Ecco adunque che le condizioni peculiari della Luna vengono indirettamente a confermare la nostra ipotesi delle correnti equatoriali e della loro

azione sulla orografia terrestre.

Ancora delle correnti del magma terrestre.

Dopo quanto abbiamo veduto, non dovrebbe esservi dubbio sull'esistenza di queste correnti dominanti dirette dall'equatore verso i poli, ed è certo in tal caso che non solo l'orografia attuale della Terra debba averne risentito l'influenza, ma tutta intera la serie delle epoche geologiche fino dal primo formarsi della crosta solida

Fino a che la Terra era ancora tanto calda da mantenersi liquida anche alla superficie, nulla di più semplice che immaginare le correnti che senza alcun ostacolo potevano liberamente dirigersi dall'equatore verso i poli; salvo la temperatura, le correnti attuali dei mari potranno darci un'idea del fenomeno anche se ammettiamo che sul liquido caldo terrestre galleggiassero croste di scorie,

trascinate alla deriva in modo analogo ai ghiacci polari.

Ma dobbiamo immaginare la Terra ormai consolidata alla superficie e coperta da una crosta ininterrotta già abbastanza spessa da permettere la condensazione e la precipitazione delle acque e la vita agli organismi vegetali e animali. In tali condizioni le correnti del magma liquido terrestre per la diminuita irradiazione del calore, sebbene un po' diminuite d'intensità, avranno continuato tuttavia il loro corso, come devono avere il loro corso nell'epoca presente, anche se la crosta solida terrestre avrà raggiunto uno spessore considerevole.

Essendo sempre state attive le grandi correnti del magma terrestre dirette verso i poli, al disotto della crosta solida, deve aver dominato durante tutte le epoche geologiche passate una tendenza

continua incessante ad uno spostamento verso il nord su questo nostro emisfero, tendenza che ora crediamo poter riconoscere dalla direzione dominante parallela all'equatore delle principali catene di montagne, e soprattutto dalla dispersione fino alle più elevate latitudini dei depositi carboniferi, che si spiegò finora ammettendo un clima caldo ed uniforme su tutto il globo.

Ammessa questa tendenza generale dominante della crosta terrestre a spostarsi verso i poli, si può comprendere come, nei punti dove tale movimento fu impedito per qualche ostacolo, possano avere avuto origine le catene montuose e dove invece mancava tale ostacolo, si sia determinata la lenta graduale dispersione verso il nord dei depositi provenienti dal sud.

Noi siamo abituati a considerare la Terra come uno sferoide solido, ma tale concetto è errato; es-

sa è liquida e deve la propria forma rigonfiata all'equatore e schiacciata ai poli all'azione della forza centrifuga sulla massa liquida. L'involucro esterno non è che una pellicola di uno spessore relativamente piccolissimo che nel suo assieme non presenta la minima resistenza, galleggiando e modellandosi interamente sul globo liquido sottostante. In tali condizioni è evidente che la crosta abbia subito l'influenza delle correnti del liquido su cui galleggia e abbia per conseguenza sempre avuto la tendenza a spostarsi verso i poli. Data tale tendenza, verso le calotte polari dovrebbe essersi formato un grande accumulamento del materiale spinto dalle correnti e quindi in corrispondenza ai poli dovrebbero trovarsi continenti e montagne, e se ciò è il caso del polo sud, si deve invece escludere per il polo nord.

Come si può spiegare questa mancanza?

La crosta terrestre è formata dalle scorie e dalle parti meno fusibili del magma liquido, ed il passaggio dallo stato liquido allo stato solido dipende da una differenza minima di temperatura e anzi si può dire che nella superficie di contatto fra la crosta galleggiante ed il liquido la temperatura è identica, non essendovi fra i due stati, solido e liquido, che una leggera differenza nel grado di fusibilità. Basta perciò che la crosta per un accumulo di materiale subisca uno sprofondamento, immergendosi nelle parti più calde del magma, perchè subisca una rifusione per di sotto.

Con ciò si può spiegare come anche vasti brani della crosta terrestre possano scomparire rifusi per di sotto, venendo eliminato il materiale in eccesso.

Ma ai poli deve verificarsi un altro fenomeno: le

correnti provenienti dall'equatore che hanno in origine una velocità iniziale dall'ovest all'est, dovuta alla rotazione terrestre di 465 metri per secondo⁵⁵, incontrando punti della superficie che hanno una velocità sempre minore, devono assumere una direzione obliqua dando luogo alla formazione di un vortice, nel punto di convergenza in corrispondenza al polo. Così in corrispondenza all'asse terrestre, dove si forma la corrente discendente, il materiale solido che galleggia alla superficie per questa specie di risucchio tende ancor più ad essere assorbito dalla corrente.

Questo spiegherebbe come i materiali ed i sedimenti originari della zona torrida, e con questi i depositi carboniferi, abbiano potuto gradatamente, nel lungo volgere delle età geologiche, trasportarsi e disperdersi a brani fino alle più eleva-

⁵⁵ FLAMMARION, pag. 74.

te latitudini nordiche.

Ma dobbiamo immaginare il modo di comportarsi delle correnti del magma terrestre sulle scorie che andavano mano mano formandosi sulla superficie. La formazione della crosta terrestre avrà richiesto un periodo di tempo assai lungo. Da prima si saranno formate delle croste galleggianti di piccole dimensioni che si accumulavano verso i poli dove da principio dovevano venire assorbite per rifusione dal vortice polare, ma poi un po' per volta estendendosi sempre più avranno invaso vasti tratti formandosi due calotte continue verso i due poli. Invece tutto lungo l'equatore, dove il magma, in causa della corrente ascendente, era più caldo, il pianeta doveva presentare una larga zona colla superficie libera da scorie galleggianti, e ciò avrà potuto mantenersi per lungo tempo, nel mentre sulle due calotte solide, ormai

abbastanza spesse da isolare dall'eccessivo calore sottostante, avranno potuto condensarsi le piogge e realizzarsi le condizioni volute per lo svolgimento degli organismi animali e vegetali.

In tal modo possiamo immaginare i primi periodi geologici terrestri in pieno sviluppo, quando la Terra non era ancora totalmente solidificata, ma ancora liquida verso l'equatore e quando la corteccia non ancora compatta doveva presentare l'aspetto di un gigantesco mosaico di isole e di grandi continenti galleggianti, addossati gli uni agli altri, non bene saldati fra di loro.

In queste condizioni l'acqua dei mari non ancora poteva raccogliersi tutta alla superficie, poichè veniva rapidamente evaporata dalle parti più calde e ancora scoperte del pianeta. Il cielo era costantemente velato di nubi e piogge violente e continue dovevano alimentare vasti corsi d'acqua

carichi di alluvioni, e immense paludi nelle quali si sviluppava la vegetazione carbonifera.

Tali possono immaginarsi le condizioni che con una grande uniformità dovevano ripetersi su di una larga zona tutto attorno parallelamente all'equatore, condizioni straordinariamente favorevoli per una ricca lussureggiante vegetazione palustre, indipendente, si può dire, da ogni influenza di clima e di stagione.

È certo che nell'epoca presente, nessuna regione del pianeta, nemmeno nelle zone più favorite dei tropici, può fornire esempi che possano reggere il paragone con le condizioni affatto eccezionali dei primi periodi. E altrettanto favorevoli dovevano essere le condizioni di quei tempi per la rapida sedimentazione delle sabbie e delle argille, per la gran copia della precipitazione acquea.

Che il processo della deposizione dei variî letti carboniosi e delle alluvioni sabbiose o argillose con cui si alternano, fosse molto rapido, lo dimostrano molti classici esempi di sezioni di terreni carboniferi, nei quali frequentemente grossi tronchi di piante ancora eretti, che hanno le loro radici in un letto di carbone, si trovano immersi per altezze considerevoli entro la massa degli strati sedimentari sovrapposti.

La lentezza delle vegetazioni attuali che risentono della stasi periodica delle stagioni, ed il tempo estremamente lungo richiesto per la formazione dei sedimenti moderni per le magre e brevi alluvioni, hanno certamente influito nello stimare esageratamente lunghi di milioni d'anni i periodi primitivi della Terra e si può quindi concludere che, tenuto conto dell'intensità di tutti i fenomeni che concorsero alla formazione degli antichi strati

geologici che si presentano a noi pur tanto potenti, le prime epoche della Terra furono forse molto più brevi di quanto ordinariamente si crede.

Ecco adunque che nel mentre tanta intensità di vita si svolgeva su vasti tratti della superficie, la crosta terrestre ancora debole, incompleta ed incoerente, non potendo offrire sufficiente resistenza alle correnti del magma che agivano incessantemente con la loro spinta verso i poli, dove minori erano gli ostacoli e le resistenze, doveva subire una lenta progressione verso il polo sud e verso il polo nord ed è questa probabilmente la causa per la quale troviamo i depositi carboniferi verso le regioni polari, come abbiamo veduto.

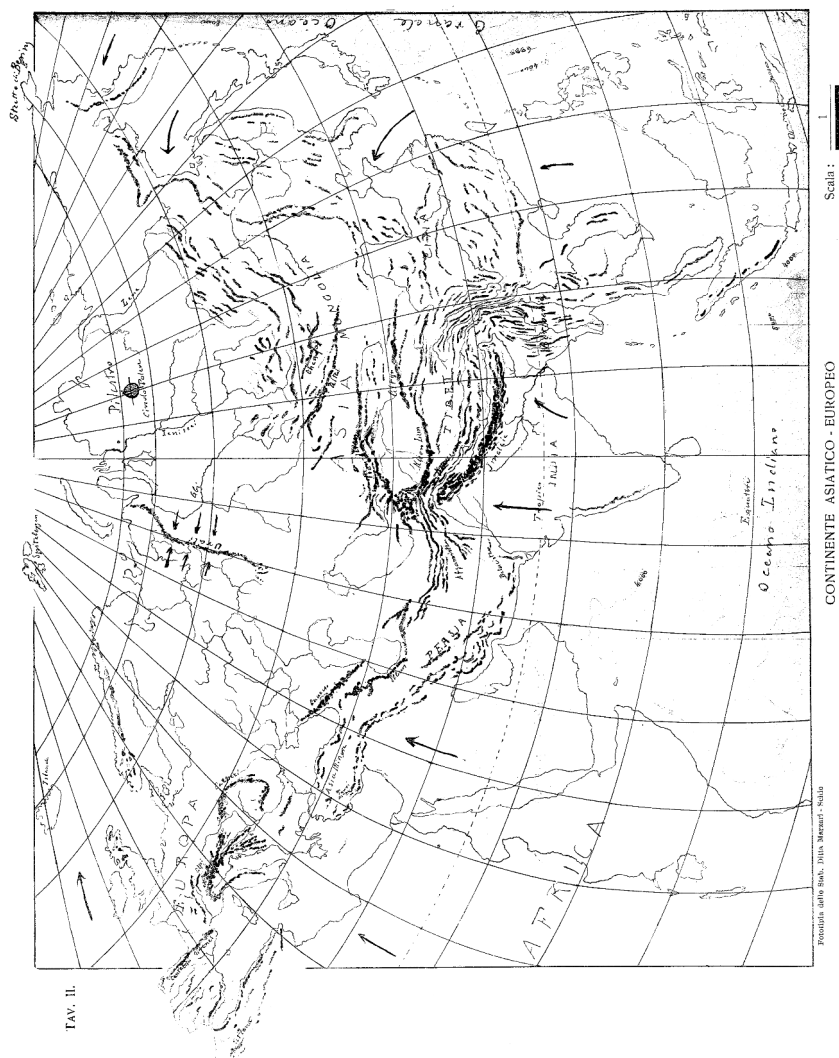
Queste condizioni da noi supposte della solidificazione incompleta della superficie terrestre, non avranno potuto prolungarsi oltre un dato limite, ma col progresso del raffreddamento, la superfi-

cie terrestre avrà finito col ricoprirsi interamente di una crosta solida e così il pianeta avrà potuto assumere l'aspetto e le condizioni come lo vediamo attualmente, con l'acqua raccolta nei mari e coi continenti e le isole emerse dalle onde.

Per la formazione dei sistemi montuosi, è necessario che un ostacolo abbia impedito il libero movimento della crosta solida verso i poli; dovevano cioè esistere delle zone immobili e resistenti, come si può ritenere sia il caso delle regioni nordiche di Europa che, formando argine insuperabile alle spinte provenienti dal sud, determinarono la formazione delle pieghe che costituiscono le Alpi ed il Caucaso, e come è il caso della Siberia che ha determinato la formazione dell'Imalaia e delle catene dell'Asia centrale. Queste regioni immobili fino dalle più antiche epoche geologiche, che avrebbero resistito alle

spinte ed ai mutamenti che interessarono le regioni circostanti, sono in Geologia distinte col nome di Pilastri.

Origine dei vari sistemi montuosi.



L'unità cartina del grande continente asiatico-europeo che ho riprodotto dall'ottimo Atlante di J. Perthes, ci dà l'opportunità di studiare meglio, an-

che rispetto all'orografia generale, il problema del così detto sollevamento delle montagne, ma che potrebbe meglio chiamarsi corrugamento, essendo in tutto analogo al corrugamento della pelle di un animale.

Esaminando la carta, riesce evidente che i vari sistemi montuosi a partire dall'Atlante pei monti della Spagna, i Pirenei, le Alpi, i Carpazi, l'Elburs fino ai monti dell'Asia Minore e della Persia, formano tutti assieme un unico sistema che può considerarsi un'appendice del grande sistema Indo-cinese.

Non vi può esser dubbio che si tratti di un solo vasto corrugamento avvenuto in unico tempo, per cui si può ritenere senz'altro che le catene europee e asiatiche siano contemporanee. La spinta da Sud che determinò tale corrugamento sembra di coglierla in atto: si direbbe un'ondata di marea

impietrita.

Le ondate di marea si modellano alle forme delle coste, penetrano più o meno seguendone le sinuosità; davanti ad un profondo seno di mare libero da scogli, la marea penetra profondamente per esaurirsi nella calma interna; le onde invece si accavallano e schiumano davanti agli ostacoli: così avvenne delle increspature dei monti determinate dalla spinta da Sud, contro l'ostacolo delle vaste pianure nordiche.

Mancando tale ostacolo, come nel caso dell'apertura dell'Atlantico verso il Polo, non si formarono catene di montagne e poterono invece realizzarsi trasporti di brani di corteccia, rappresentati ora dalle isole della Gran Bretagna, Irlanda, dello Spitzberg, il quale coi suoi carboni può ritenersi un brandello delle isole inglesi, trasportato più verso il polo.

Anche la profonda insenatura compresa fra l'Asia e l'America, la quale si restringe allo stretto di Bering, fu certo causata dalla mancanza di ostacoli alla spinta generale.

Tutti i rilievi dell'Asia sembrano dipendenti dal pilastro di resistenza che si troverebbe nella Siberia settentrionale, fra i fiumi Lena e Jenissei. Anzi, le catene della Mongolia, della Cina e della Siberia orientale, convergendo verso tale pilastro di resistenza, hanno subito una rotazione simultanea, deviando dal giusto orientamento e ciò perchè la resistenza era gradatamente decrescente verso lo Stretto di Bering in modo da determinare una rotazione generale di quasi 45°.

Il grande increspamento rappresentato dall'Imalaia ha determinato ad occidente verso l'Afganistan e ad oriente nella regione fra il Tibet, la Cina e la Birmania, un caratteristico corruga-

mento parallelo che presenta molta analogia colle rughe della fronte umana, per lo scorrimento della pelle sopra la superficie delle ossa frontali. Trattasi probabilmente di tutta una serie di stratificazioni di limitato spessore ed allo stato forse ancora plastico, obbligate a scorrere sopra un piano fondamentale di rocce antiche probabilmente scistose.

Esaminando poi la catena degli Urali, la quale così marcatamente deroga alla legge dell'orientamento delle catene montuose, poichè essa è precisamente diretta secondo un meridiano terrestre, si potrebbe spiegarne l'origine come il prodotto di spinte di fianco, indicate nella carta dalle piccole frecce normali alla catena, causate dal restringimento che risentono le aree in movimento dirette verso il Polo. Basta considerare che un grado terrestre che è paragonato ad un fuso,

all'equatore è di 60 miglia, mentre al Polo si riduce a 0.

Tale spiegazione per la catena degli Urali sembra molto logica e potrebbe applicarsi anche a spiegare l'origine delle Alpi Scandinave e dei monti della Scozia, e forse della grande catena delle Ande. Se tutto l'emisfero fosse coperto da una corteccia uniforme e pastosa, sotto l'impulso della spinta da Sud, si formerebbe, oltre ad un accumulamento di materiale nelle regioni polari, il quale, come già abbiamo spiegato, verrebbe mano mano eliminato per disotto per rifusione, anche un corrugamento generale in direzione dei meridiani terrestri. Ma la corteccia galleggiante sul magma non poteva essere nè uniforme nè pastosa: vasti tratti potevano conservare una certa rigidità nei loro spostamenti verso il Polo.

Tale è il caso dell'immensa zolla di corteccia

rappresentata dal continente asiatico-europeo, la quale, salvo a subire i corrugamenti in senso normale alla spinta dominante da Sud, per cui sorse i suoi varî sistemi montuosi, sembra abbia conservato una certa stabilità di forma, non interamente però, poichè mostra di aver ceduto verso la mezzaria del suo asse maggiore, subendo, alla guisa di una trave cimentata nel mezzo, un leggero ripiegamento, per cui sorse fra mezzo alle vaste regioni pianeggianti nordiche la increspatura, rappresentata dalla catena degli Urali, come già abbiamo accennato.

Anche pel continente americano che, secondo quanto abbiamo detto più indietro, sembra fare eccezione alla regola dell'orientamento delle catene, non mi sembra difficile trovare una soddisfacente spiegazione dell'origine delle sue montagne, ciò almeno per l'America Settentrionale

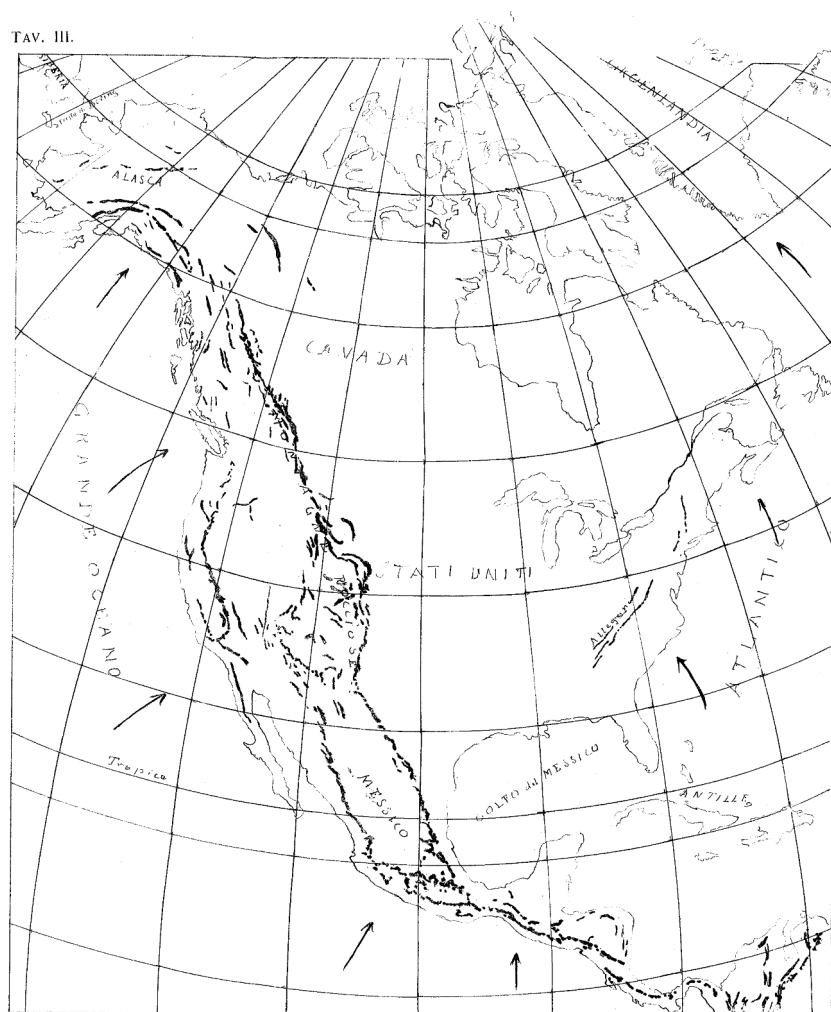
(Tavola III, America del Nord).

Come si può vedere dall'unita carta, tutto il grandioso sistema delle Montagne Rocciose che nel suo intero sviluppo a partire dall'Istmo di Panama fino all'Alaska ha una lunghezza di oltre 8000 chilometri, forma una sola unità che sembra una ondata determinata da un'unica spinta. Sembra che contro la spinta da Sud, abbia mancato anche qui come nel caso dei monti dell'Asia, la resistenza nella direzione dello Stretto di Bering, per cui la grande zolla di corteccia, facendo centro verso la zona dei laghi, abbia ruotato deviando di circa 45° dalla primitiva direzione, spingendosi verso il Polo e contro la Groenlandia brandelli di corteccia, da cui ebbe origine l'Arcipelago Polare.

Per la reazione sorsero contemporaneamente le catene dei Monti Alleghani che seguono l'anda-

mento delle rive atlantiche degli Stati Uniti.

TAV. III.



Fotografia dello Stab. Ditta Marzari - Schio

AMERICA DEL NORD

Scala :

1

Questo avveniva mentre contemporaneamente, alla parte opposta dell'emisfero, agiva la spinta contro il continente Asiatico-Europeo, di cui abbiamo trattato, per cui può ritenersi che i sistemi

asiatici ed americani siano contemporanei.

La Groenlandia rappresenta probabilmente una zolla indipendente, spinta, indisturbata, fino al Polo e incuneatasi fra i due continenti.

Per l'America del Sud, colla sua gigantesca catena delle Ande, la spiegazione è meno semplice, ma si può sempre ammettere che abbia avuto origine da spinte di fianco.

Come può spiegarsi l'epoca glaciale.

Dopo questo esame dei due continenti boreali, sembra che non possa rimaner dubbio sull'entità dei movimenti da essi subiti in direzione del Polo nord. Altrettanto dobbiamo ammettere sia avvenuto nell'emisfero australe, sebbene con effetti per noi poco visibili. Fu uno sconvolgimento di tutta la superficie terrestre, un cataclisma generale, come appunto la vecchia scuola geologica

ammetteva, non senza qualche ragione, per spiegare il passaggio, da un'era ad un'altra del nostro pianeta; ma questo fu senza dubbio anche l'ultimo movimento rilevante subito dalla crosta solida, in seguito al quale, la superficie terrestre assunse l'attuale assetto, ormai consolidato e che si può ritenere stabile.

Ciò avvenne verso la fine del periodo miocenico, col quale dovrebbe veramente considerarsi chiuso il periodo terziario.

Il carattere principale del nuovo periodo così iniziatosi, è la comparsa delle grandi ed elevate catene di montagne che diedero sì può dire una impronta nuova ai climi ed all'idrografia terrestre, mentre probabilmente nelle epoche anteriori non potevano esservi che rilievi di poca entità, data la poca consistenza della crosta solida, la quale non avrebbe potuto sostenere la pressione delle

grandi sopraelevazioni montuose, e perciò si dovrebbe escludere *a priori* che potessero esservi stati grandi ghiacciai, anzi vere epoche geologiche durante le età più antiche della Terra, come vorrebbe qualche geologo.

Contemporaneamente agli spostamenti della crosta terrestre ed alla formazione delle catene montuose, devono essere avvenute, come conseguenza, delle vaste lacerazioni che mettevano allo scoperto il sottostante magma liquido, in modo analogo a quanto avviene nei mari polari, dove per gli spostamenti dei ghiacci, rimangono scoperti tratti di mare libero.

Un tale fenomeno, a cui forse l'uomo, l'ultimo venuto fra gli esseri della creazione, non fu ancora testimonio, deve in passato essersi ripetuto con qualche frequenza.

Brani della crosta solida, vasti come continenti,

saranno stati frantumati, inghiottiti, dispersi: certe isole, come la Sicilia, o certi arcipelaghi, come l'arcipelago della Sonda, mal connessi e frequentemente tormentati da vulcani e terremoti, devono essere residui di tale cataclisma.

Larghi tratti del magma lavico, veri oceani di fuoco, saranno rimasti scoperti, e si può facilmente immaginare quale influenza abbiano esercitato sul clima terrestre. Le acque dei mari richiamate verso tali depressioni infuocate dovevano essere violentemente evaporizzate, offuscando di una densa massa di vapori tutta l'atmosfera.

Qui appunto si potrebbe trovare finalmente la vera spiegazione del tanto dibattuto problema dell'epoca glaciale e dell'epoca diluviale.

Al grandioso fenomeno dei ghiacciai che coprono tanta estensione dei continenti, devono aver

concorso due fattori: la maggior altezza delle montagne ed il clima straordinariamente umido.

Di tale problema ho avuto campo in alcuni miei scritti⁵⁶ di occuparmi, sostenendo la tesi orografica e cioè che la causa dell'epoca glaciale doveva dipendere dalla maggiore altezza delle montagne.

Effettivamente, se consideriamo una zona relativamente ristretta come la catena delle Alpi, data la maggior altezza che tale catena doveva avere indubbiamente all'origine, essendo stata per così

⁵⁶ Essi sono i seguenti: *Influenza dei sollevamenti e della degradazione delle montagne sullo sviluppo dei ghiacciai*, H. Hoepli, 1888; *La degradazione delle montagne e sua influenza sui ghiacciai*, "Boll. Soc. Geol. It.", vol. XIV, 1915; *L'epoca glaciale e la teoria orografica*, "Boll. Club Alp. It." 1898.

dire demolita dall'azione dei ghiacciai e degli agenti atmosferici, è certo che il problema glaciale potrebbe almeno in gran parte spiegarsi, poichè in conseguenza della maggior altezza delle montagne anche la precipitazione acqueea doveva essere maggiore; così il problema, per le Alpi, è essenzialmente orografico.

Per la maggior altezza, le correnti d'aria umida che sorpassano una catena vengono spogliate della loro umidità, ma avviene però in tal modo che le regioni più oltre attraversate dalle stesse correnti, rimangono private della pioggia, come appunto succede nell'Imalaia. Le correnti umide che attraversano quell'altissima catena, abbandonano, si può dire, tutta l'umidità nel versante Sud, mentre il versante Nord ed i vasti altipiani del Tibet hanno un clima secco, tanto che non ostante il clima molto più freddo, quelle catene

hanno sui versanti a Nord il livello delle nevi perpetue molto più in alto. Così si ripeterebbe anche nelle Alpi se avessero una maggior altezza, come in origine; i ghiacciai a Sud ne sarebbero ingranditi, ma il versante Nord rimarrebbe col clima secco.

Se adunque la maggior elevazione è una condizione necessaria per spiegare lo straordinario sviluppo dei ghiacciai alpini, essa sola però non basta, e tanto più se si vuole spiegare l'universalità del fenomeno glaciale è necessario ammettere anche una grande, eccezionale umidità. E infatti vi sono troppi indizi che comprovano come durante quel periodo abbia dominato realmente un clima generale umidissimo, con straordinarie precipitazioni acquee. L'immensa estensione assunta dai ghiacciai nordici che furono spinti dal Polo, tanto nell'America, quanto in Europa, fino

ad invadere le regioni temperate e che suggerirono perfino l'idea dello spostamento dei poli terrestri, non avrebbero altrimenti spiegazione.

Anche se consideriamo i versanti delle Prealpi e dei contrafforti che guardano direttamente la pianura veneta, dobbiamo concludere che deve esservi stato un periodo di una così grande precipitazione di piogge, di cui certo non possiamo avere un'idea. In tali versanti, i fianchi demoliti e profondamente corrosi, con grandiosi coni di detriti allo sbocco di ogni più modesto vallone, attualmente sguarnito del più piccolo corso d'acqua, mostrano d'essere stati in passato sferzati da piogge di una violenza estrema.

Un tale periodo di straordinaria precipitazione acqua su tali versanti coincide certamente col massimo sviluppo dei ghiacciai e colle grandi alluvioni e sedimentazione dei fiumi della pianura.

Ebbene, possiamo immaginare che col sorgere delle catene delle Alpi e dell'Imalaia, per gli spostamenti della crosta terrestre, si siano formate larghe aperture che abbiano messo a nudo il sottostante magma liquido, determinando, come già accennammo, una violenta evaporazione dell'acqua del mare, richiamata in quelle voragini infuocate, fornendo un nuovo straordinario contributo alla precipitazione atmosferica.

La grande umidità di questo periodo trovò l'apparato condensatore opportuno nelle altissime catene montuose, per cui i ghiacciai assunsero il grande sviluppo a tutti noto.

Senza dubbio il grande eccesso di piovosità di quel periodo non potrebbe spiegarsi colle condizioni normali dei climi terrestri, ma solo ammettendo che sia sopraggiunta una causa straordinaria che abbia determinato una eccezionale pro-

duzione di vapori. Anche la durata relativamente limitata di tali condizioni anormali sembra appunto che si possa spiegare solo ammettendo una causa repentina di non lunga durata, come appunto potevano essere le lacerazioni della crosta terrestre, che dovevano pel raffreddamento con una certa rapidità rimarginarsi. E poichè l'epoca glaciale viene suddivisa in sottoperiodi di regresso con riprese di grande sviluppo, si potrebbe immaginare che gli squarci della crosta terrestre, rimarginati pel raffreddamento, potessero nuovamente riprodursi per gli ulteriori movimenti della crosta.

Forse, le grandi profondità marine, che la sonda ci rivela in certe regioni limitate dagli oceani, potrebbero essere le cicatrici di talune di tali aperture, chiuse ma non colmate.

Il principio delle correnti equatoriali applicato al globo solare.

Ciò che abbiamo detto delle correnti terrestri, può avere valore anche pel Sole. Anche il Sole, sebbene tanto più caldo della Terra, deve ritenersi liquido nel suo interno: anch'esso gira intorno al proprio asse e dato il suo grande diametro, all'equatore deve svilupparsi una sensibile forza centrifuga: si sa già quanto grande sia la perdita di calore che esso subisce per irradiazione.

Vi sono adunque le condizioni perchè abbiano a prodursi in modo perfettamente analogo alla Terra, ma in iscala immensamente più grande, entro il globo solare, le correnti superficiali dirette dall'equatore ai poli e le correnti discendenti dai poli verso il centro lungo l'asse di rotazione, nonchè una grande corrente ascendente dal centro

in corrispondenza al piano equatoriale.

Però sulle condizioni interne del Sole non tutti sono d'accordo ed anzi, secondo l'ipotesi molto accreditata di Helmholtz, esso sarebbe gassoso. Il suo calore sarebbe dovuto ad una lenta concentrazione della sua massa gassosa, corrispondente ad una diminuzione annua di 75 metri del diametro solare.

Io credo però che una tale teoria non possa sostenersi e che sia facilmente confutabile: senza fare qui una lunga discussione per la quale debbo rimettermi ad altri miei scritti (vedi Parte Terza della presente edizione, dalla quale riporto il brano seguente), mi limito a questo breve ragionamento che mi sembra incontrovertibile:

"Data la densità media del Sole, che è quasi una volta e mezzo quella dell'acqua, è lecito dubitare che in tutta la sua massa sia veramente

gazoso; ma sia comunque, mi pare che sul merito di questa ipotesi si possa venire alla seguente conclusione:

"Supposto che tutta la massa solare sia omogenea, cioè senza differenza alcuna fra il centro e la superficie e che sia quindi tutta intera la massa della densità media di 1,40 (essendo l'acqua distillata pari a 1), mi sembrerebbe già inutile preoccuparsi per stabilire in quale stato si trovi il globo solare e se possa essere interamente gassoso, come domanderebbe l'ipotesi di Helmholtz. Supponiamo pure che in quelle condizioni speciali la massa, sebbene così densa, si trovi in uno stato paragonabile al gassoso e che l'alto grado di densità dipenda dalla forte compressione. Non si potrebbe mettere in dubbio però che questo gas affatto speciale, se tale si vuole chiamare, dovrebbe trovarsi con le molecole tanto

ravvicinate da risultarne una densità superiore a quella dell'acqua, ciò che vuol dire che si tratterebbe di una sostanza probabilmente non più oltre compressibile, mentre l'ipotesi deve ammettere che lo sviluppo di energia si debba ad un graduale addensamento, con sensibile diminuzione di volume.

"La densità media da noi supposta per l'intera massa solare non si può naturalmente ammettere; il Sole all'esterno è indubbiamente gassoso e deve essere di una densità assai minore della media, mentre verso il centro dovrà essere, in conseguenza della grande pressione, di una densità molto superiore, avendo quindi una densità più volte quella dell'acqua, perciò credo che si possa senz'altro ritenere che il Sole nella sua porzione centrale sia già liquido".

Bisogna tener conto che senza un nucleo liqui-

do non potrebbero aver luogo le grandi eruzioni solari, che si rendono manifeste colle protuberanze, quegli immensi getti che vediamo slanciarsi fuori dal disco solare per centinaia di migliaia di chilometri d'altezza e con velocità di centinaia di chilometri per secondo. Questi grandiosi fenomeni sono senza dubbio dovuti a vere esplosioni entro una massa la quale offre la necessaria resistenza, come è appunto il caso di un liquido.

Se si considera l'enorme quantità di calore che si svolge dal Sole, corrispondente, secondo i calcoli del Young, ad una quantità di liquido condensato di circa due metri d'altezza per ogni minuto primo, si comprende che una tale enorme somma di calore non potrebbe svolgersi da una massa gassosa, pure di altissima temperatura, senza che avvenga appunto una condensazione in liquido di una porzione dei gas, la quale condensa-

zione deve determinare una incessante pioggia dei liquidi condensati, dagli involucri nuvolosi esterni verso l'interno dell'astro.

È infatti soltanto nel passaggio dallo stato gassoso a quello liquido, che si realizzano le condizioni più favorevoli per lo svolgimento massimo di calore, ed ecco quindi che lo stato liquido, nel Sole, sembra una condizione da non potersi in alcun modo escludere.

Tale conclusione porta anche a dover ammettere una circolazione continua di vapori caldissimi che si svolgono dalla massa profonda dell'astro, per diffondersi nelle regioni superiori dell'atmosfera, dove, ricondensandosi in liquido, ritornano al nucleo in circolo continuo, che deve interessare tutta la massa del Sole ed ogni regione della fotosfera, a cui deve portare alimento un sistema di correnti regolari e costanti, come appunto spie-

ga la nostra teoria.

Anche le macchie solari offrirebbero una prova dell'esistenza di un nucleo. È dimostrato che esse non sono pure accidentalità della superficie, ma sono certamente determinate da sconvolgimenti che interessano le parti più interne dell'astro.

Le macchie conservano una certa stabilità sulla superficie, tanto che servono come punti di riferimento per misurare la velocità di rotazione del Sole.

Ora si è constatato il fatto curioso che il Sole ruotando intorno al proprio asse, non mantiene, come è il caso della Terra che è un globo esternamente solido, la medesima velocità angolare su tutti i punti della superficie, ma tale velocità decresce dall'equatore procedendo verso i poli, essendosi riscontrata una differenza di quasi tre

giorni fra il tempo calcolato per l'intera rotazione solare, che è di giorni 25.187 all'equatore, e di giorni 27.926 alla latitudine solare di 47 gradi. Al di là di tale latitudine, tanto a destra quanto a sinistra, fino ai poli, il fenomeno delle macchie manca affatto⁵⁷.

Anche questa diversa velocità di rotazione della superficie solare che decresce dall'equatore ai poli deve dipendere da cause interne, ed io credo che la nostra tesi ci aiuterà a spiegarne la causa.

Noi dobbiamo adunque ammettere che ciò che noi vediamo del Sole non sia che la superficie esterna di un globo di gas, vapori e nubi ad altissima temperatura, costituenti l'atmosfera di un globo molto più piccolo, liquido, di temperatura ancora più elevata, che deve considerarsi il vero

⁵⁷ FLAMMARION, *Astronomie populaire*, pag. 328.

astro.

Ciò premesso, le condizioni del Sole, salvo le maggiori dimensioni e la temperatura più elevata, non dovrebbero differire dalle condizioni in cui trovavasi originariamente la Terra, quando era incandescente e liquida alla superficie. Allora sulla Terra tutta l'acqua dei mari e tutte le sostanze più volatili si trovavano diffuse nell'atmosfera allo stato di vapori o di nubi, per modo che l'atmosfera stessa doveva avere uno spessore molto maggiore dell'attuale. Un denso, ininterrotto strato di nubi doveva ricoprire tutta la Terra, simulando, per un osservatore che si fosse trovato in un altro pianeta, un diametro maggiore del vero pianeta sottostante, come è probabilmente il caso dei pianeti maggiori del nostro sistema, dei quali noi vediamo soltanto l'atmosfera che li ricopre⁵⁸.

⁵⁸ Parte Quarta, cap. II, della presente opera.

Data questa analogia, ciò che abbiamo detto della Terra più indietro può valere perfettamente anche pel Sole.

Analogamente adunque, anche nel Sole, in scala immensamente più grande, devono esistere le correnti superficiali, dirette dall'equatore verso i poli, poichè la superficie del globo solare è soggetta ad un fortissimo abbassamento di temperatura in ragione della grande irradiazione che ha luogo verso gli spazi.

La forza centrifuga nel Sole, in causa della piccola velocità di rotazione, impiegando all'equatore circa 25 dei nostri giorni a compiere un giro intorno a sè stesso, non ostante il suo grande diametro, è molto piccola, appena $\frac{1}{10}$ della forza centrifuga terrestre.

Non dimentichiamo però che noi non vediamo che la parte esterna di un globo di nubi che ubbi-

disce passivamente al movimento rotatorio del nucleo interno. Probabilmente la velocità che noi misuriamo all'equatore solare corrisponderà e verrà anche superata dalla velocità equatoriale del globo interno molto più piccolo, dove per conseguenza per la formola v^2/r la forza centrifuga sarà notevolmente maggiore.

Ad ogni modo, come abbiamo veduto parlando della Terra, basta che la forza centrifuga sia appena sensibile perchè le correnti calde ascendenti dal nucleo liquido debbano concentrarsi verso l'equatore, e le fredde discendenti vengano richiamate dalle regioni polari verso il centro lungo l'asse di rotazione.

Avremo adunque le correnti come abbiamo descritto per la Terra e come abbiamo cercato di rappresentare nella fig. 12.

Nel caso del Sole bisognerà tener conto però di

una circostanza che doveva mancare nella Terra, e cioè del contributo dei liquidi condensati provenienti dalla soprastante atmosfera.

La grande quantità di calore che irradia verso gli spazi dai gas e dalle nubi incandescenti della fotosfera, deve provocare una pioggia incessante dei liquidi condensati di metalli fusi e di altri liquidi a noi ignoti, relativamente molto raffreddati ma tuttavia, caldissimi.

Venne calcolato che la quantità di calore, che il Sole irradia in un minuto primo, sarebbe capace di fondere uno strato di ghiaccio alto 15 metri sull'intera superficie del Sole, e corrisponderebbe alla somma di calore lasciato libero dalla condensazione di tanto vapor d'acqua da formare uno strato d'acqua alto due metri. Ora, dato che difficilmente il calore latente dei vapori solari potrà superare quello del vapore d'acqua, si può

senz'altro calcolare che i liquidi solari condensati nella fotosfera corrispondano grossolanamente alla suddetta quantità e cioè ad una altezza di due metri per ogni minuto distribuiti sull'intera superficie del Sole.

Quando consideriamo che sulla Terra i grandi acquazzoni raramente possono dare uno strato d'acqua che arrivi a 5 centimetri o poco più in un'ora, difficilmente potremo farci un'idea della forma che potrà assumere la pioggia della fotosfera per poter fornire una quantità di liquido alta 2 metri per ogni minuto di tempo. Come dice 1'Young⁵⁹, la quantità dei liquidi versati dalle nubi solari dovrebbe essere così enorme, che le gocce non potrebbero rimanere separate, ma quasi certamente si unirebbero in masse e strati più o

⁵⁹ C. A. YOUNG, *Il Sole*, Fratelli Dumolard, 1882, pag. 220.

meno continui.

Evidentemente sul Sole le condizioni sono troppo diverse in confronto della Terra, sia per la natura delle sostanze che per la temperatura e la pressione: ma ad ogni modo possiamo farci un'idea della massa immensa di liquidi prodotti dalla condensazione che incessantemente precipitano in basso, sostituiti nella fotosfera da nuovi vapori e gas che continuamente si svolgono dal nucleo e salgono in alto con una circolazione perenne (fig. 15, Tavola a colori).

Nel caso del Sole adunque le correnti superficiali che in modo analogo alla Terra sono dirette dall'equatore verso i poli, ricevono il contributo di tutti i prodotti di condensazione della fotosfera ed arrivano in tal modo ai poli enormemente ingrossate e vengono assorbite lungo l'asse di rotazione, penetrando nell'interno del nucleo, sebbene

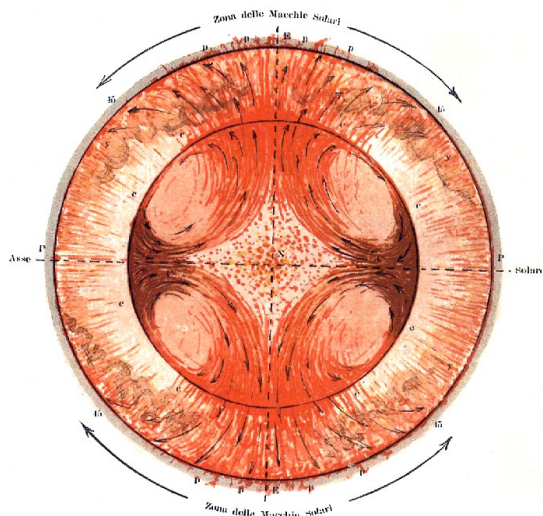
ancora caldissime, tuttavia ad una temperatura che si può ritenere di molte migliaia di gradi più bassa della temperatura interna.

Anche nel Sole devono le correnti assumere la direzione che abbiamo indicato per la Terra nella fig. 12; cioè i liquidi rapidamente riscaldati e sotto l'azione della forza centrifuga, nella loro corsa verso l'interno, si allontaneranno dall'asse di rotazione per assumere una direzione obliqua lungo una corda; anche nel Sole vi sarà un nucleo centrale più tranquillo, costituito dalle sostanze meno volatili e più dense.

Ma nel caso del Sole le condizioni sono ben diverse: dobbiamo considerare infatti che nella Terra, il fenomeno di tali grandi correnti doveva svolgersi in forma tranquilla; le correnti superficiali dirette verso i poli si raffreddavano senza ricevere il contributo dell'atmosfera soprastante, costituita

in gran parte degli stessi gas della nostra atmosfera attuale, con l'aggiunta di pochi altri gas, ma specialmente di tutta l'acqua dei mari evaporizzata, la quale non poteva condensarsi.

Sezione del Sole colle sue correnti.



La Fig. 15 rappresenta il Sole visto in sezione: PP è l'asse di rotazione, EE l'equatore ed N il nucleo.

ccc... correnti superficiali dirette dall'equatore ai poli.

45° -E- 45° è la zona intorno all'equatore dove si formano le macchie solari e in corrispondenza di tale zona vi sono le correnti ascendenti dei gas che si svolgono dal nucleo. Insieme a tali correnti

ascendenti vi sono i getti più violenti i quali formano all'esterno della fotosfera le protuberanze
ppp.

CC correnti dei liquidi freddi discendenti in corrispondenza ai poli e che penetrando nel nucleo si riscaldano e risalgono verso le zone equatoriali con svolgimento di gas e di vapori con esplosioni. Tali gas e vapori xx s'innalzano ad alimentare la fotosfera.

yy pioggia dei liquidi condensati della fotosfera che vanno ad ingrossare le correnti superficiali
ccc...

Nel Sole invece, le correnti devono giungere ai poli in masse enormi, portando il contributo di tutta la condensazione dei liquidi che incessantemente precipitano dalla fotosfera, per tutta l'estensione dell'area del Sole.

Abbiamo veduto che, secondo i calcoli di Young, i quali possono ritenersi sufficientemente attendibili, la quantità di liquido condensato che precipita dalla fotosfera può valutarsi a due metri di altezza, ciò che corrisponderebbe a 2 milioni di metri cubi per ogni chilometro quadrato e per ogni minuto di tempo.

Ora volendo prendersi il capriccio di fare dei calcoli, tenendo conto dell'immensa area totale del Sole⁶⁰, sarebbe facile valutare in milioni di chilometri cubici la quantità totale del liquido condensato e relativamente freddo, che va ad ingrossare le correnti superficiali del Sole, le quali, richiamate ai poli, rientrano verso l'interno dell'astro per riscaldarsi e per uscire nuovamente verso l'equatore a rifornire la fotosfera di nuova

⁶⁰ Sei milioni di milioni di chilometri quadrati.

energia.

Attraversando l'interno della massa solare e durante il lungo percorso, i liquidi riscaldandosi torneranno ad evaporarsi. Andrà formandosi una specie di emulsione liquido-gazosa di una fluidità di cui forse non possiamo avere un'idea, che potrà assumere velocità grandissima, gradatamente crescente per la forza espansiva dei gas e per le continue esplosioni, fino a raggiungere verso l'equatore l'estrema violenza, rivelataci dalle protuberanze.

Si può così farsi un concetto del meccanismo dell'attività solare e del sistema di circolazione dei fluidi che interessa tutta la massa dell'astro. Per una larga zona a destra ed a sinistra dell'equatore saliranno i liquidi caldissimi dell'interno misti a gran copia di gas e vapori che vi produrranno tutto un sobbollimento, un getto

continuo, con esplosioni violentissime.

Queste emanazioni di gas e vapori, coi grandi getti di gas e liquidi che danno origine alle protuberanze, vanno a rifornire la fotosfera dell'energia perduta. Senza ammettere una simile circolazione, senza un così attivo scambio di materiali e di energia, che chiama a contributo, si può dire, l'intera massa del Sole, riuscirebbe inesplicabile una così prodigiosa attività e non si spiegherebbe nemmeno la forma delle sue manifestazioni, che devono avere la loro origine nelle regioni più profonde dell'astro.

Ora la differente velocità di rotazione del Sole secondo le varie latitudini mi pare che si possa benissimo spiegare.

Dobbiamo immaginare che il globo solare liquido sia circondato da un'atmosfera densa di gas, nubi e vapori, la quale abbia uno spessore di

molte migliaia di chilometri, probabilmente di varie decine di migliaia. Il globo liquido gira intorno al proprio asse con una velocità probabilmente maggiore della velocità misurata per la fotosfera.

In corrispondenza all'equatore per una larga zona tale globo deve essere notevolmente rigonfiato, oltrechè per la forza centrifuga, anche per il sobbollimento delle correnti che salgono alla superficie agitata dai getti di gas e dalle esplosioni.

I getti di maggior forza dobbiamo immaginarli di tale violenza da vincere la gravità solare, l'enorme resistenza offerta dai gas della fotosfera e tali ancora da conservare velocità di 300, 500 e fino 800 chilometri per secondo, raggiungendo, al di fuori della fotosfera, altezze di più centinaia di migliaia di chilometri.

Ma queste sono le manifestazioni più violente,

quelle soltanto che possono rendersi visibili dalla Terra per la formazione delle protuberanze. Ma la maggior parte dei getti non potranno avere la forza sufficiente da spingersi fuori dalla fotosfera e inoltre la massa maggiore dei gas e dei vapori deve svolgersi meno tumultuosamente, ma in tanta copia da costituire una densa colonna ascendente come un unico ammasso tutto intorno al Sole in corrispondenza alle due zone equatoriali, solcato dai getti più violenti delle protuberanze. Questo ammasso di nubi e vapori incandescenti, giunto in alto, si diffonde a destra ed a sinistra per tutte le alte regioni della fotosfera per rifornirla dei vapori di cui rapidamente va esaurendosi per la condensazione.

Lo strato gassoso costituente la fotosfera, per la sua limitata densità ed il suo grande spessore non può avere che un movimento subordinato al

nucleo, ed è perciò che in corrispondenza alle zone equatoriali si riscontra la maggior velocità di rotazione che va gradatamente diminuendo verso i poli. Infatti, in corrispondenza all'equatore per una larga fascia vi è tutto l'ammasso dei gas e dei getti che si svolgono dalle regioni equatoriali del nucleo, conservando una velocità propria corrispondente alla superficie del globo liquido in rotazione, e tale rotazione viene comunicata a tutte le regioni soprastanti, e così sulla superficie esterna della fotosfera è naturale che la velocità di rotazione si manifesti, come la vediamo dalla Terra, gradatamente decrescente dall'equatore alle regioni polari.

Le macchie solari, indubbiamente determinate da fenomeni eruttivi e da perturbazioni nelle regioni profonde dell'astro, devono partecipare al generale movimento della massa fluida che invol-

ge il Sole, e si comprende come non possano manifestarsi che nelle due zone equatoriali, corrispondenti alle zone stesse del nucleo dove hanno luogo le emanazioni e le grandi eruzioni, le quali mancano verso i poli.

Le correnti equatoriali negli altri pianeti maggiori.

Esaminando ora i vari pianeti, potremo vedere che Giove presenta probabilmente qualche analogia col Sole.

Giove, questo gigantesco pianeta, che ha un diametro di oltre 11 volte il diametro terrestre ed un volume di 1273 volte il volume della Terra, ha una massa che è soltanto 309 volte la massa terrestre; esso è infatti di una densità di 1,36 soltanto, paragonata all'acqua, mentre la densità solare venne calcolata di 1,40 circa.

Ma tale densità così bassa non può essere che apparente, poichè noi non vediamo il vero pianeta, ma soltanto la parte superiore della sua atmosfera di nubi che lo ricopre per un grande spessore.

Il globo interno, velato ai nostri sguardi, di un diametro notevolmente minore e per conseguenza molto più denso della media, dovrebbe trovarsi in condizioni analoghe a quelle della Terra, quando era calda e liquida alla superficie e coperta da un'atmosfera di molto maggiore spessore, contenendo tutta l'acqua dei mari allo stato di vapori e di nubi. Anche la Terra in tali condizioni, vista dal di fuori, doveva presentare un diametro maggiore dell'attuale e per conseguenza una densità molto minore dell'attuale che è di 5,50⁶¹.

61 Lo stesso deve ammettersi per gli altri grandi pianeti: Saturno, Urano e Nettuno, che hanno

Ma Giove presenta una particolarità, per la quale mostra una analogia col Sole.

Esso gira intorno al proprio asse con una velocità fortissima, impiegando soltanto 10 ore circa a compiere una rotazione; in tal modo, un punto dell'equatore di Giove si sposta con una velocità di 12.450 metri per secondo, pari a circa 26 volte la velocità dell'equatore terrestre⁶².

Per tale forte rotazione la forza centrifuga deve essere molto sensibile e infatti Giove presenta un forte schiacciamento ai poli; venne calcolato che la gravità dell'equatore sia di $\frac{1}{12}$ inferiore alla gravità ai poli.

Ma la velocità di rotazione di Giove non è uniforme su tutta la sua superficie, decrescendo in modo analogo al Sole dall'equatore ai poli.

le densità rispettivamente di 0,73, 0,82 e 1,65.

62 FLAMMARION, op. cit., pag. 532.

La velocità misurata all'equatore corrisponde a $9^{\text{h}}50^{\text{m}}$ per una intera rotazione, mentre al 25° grado di latitudine essa è minore corrispondendo a $9^{\text{h}}55^{\text{m}}$. Adunque la latitudine di 25° impiega 5 minuti di più a compiere un giro, e tale differenza suggerisce al Flammarion la strana idea che sull'equatore di Giove abbia a soffiare costantemente un vento violento di 400 chilometri all'ora, come se il movimento dell'atmosfera di nubi fosse indipendente dal movimento del pianeta sottostante.

La cosa invece sarà ben diversa: il pianeta ruoterà con una velocità almeno uguale a quella dell'atmosfera e così all'equatore vi sarà calma perfetta, mentre piuttosto l'effetto del vento dovrà essere risentito allontanandosi nelle regioni più prossime ai poli dall'equatore, ma in senso inverso al movimento, poichè l'atmosfera si sposta

con minor velocità della corrispondente superficie del pianeta.

La maggior velocità di rotazione dell'atmosfera sulle zone equatoriali di Giove potrebbe spiegarsi, come pel Sole, colla circolazione dei liquidi caldi costituenti il pianeta.

Vi saranno adunque le correnti superficiali dirette verso i poli; in corrispondenza delle zone equatoriali vi saranno le correnti dei liquidi più caldi che risalgono dal centro del pianeta e per contrapposto in corrispondenza alle calotte polari vi saranno le correnti dei liquidi raffreddati, richiamate lungo l'asse di rotazione verso l'interno. Tutto ciò in modo analogo alla Terra, notando che una tale circolazione è, sul pianeta Giove, favorita dalla grande forza centrifuga.

Ma con questo non si spiegherebbe la diversa velocità di rotazione dell'atmosfera di Giove; per

tale carattere le condizioni di Giove possono trovare forse la loro spiegazione nel Sole. Anche su Giove quindi, in corrispondenza alle zone equatoriali, dovrebbero aver luogo, insieme alle correnti ascendenti dei liquidi, abbondanti emanazioni di gas con getti ed esplosioni. Vi deve essere una larga colonna ascendente di gas e vapori, la quale, mantenendo l'impulso della velocità di rotazione del pianeta, si innalza verso le alte regioni dell'atmosfera, determinando nella zona corrispondente superiore la maggior velocità di rotazione in confronto delle regioni polari.

Anche in Giove, come nel Sole, le emanazioni gazoze dei liquidi più volatili, giunte in alto, dovranno diffondersi per l'atmosfera determinando una continua pioggia dei liquidi che andranno ad ingrossare le correnti superficiali dirette ai poli, per penetrare ancora nell'interno del pianeta e

svolgersi di nuovo allo stato di gas dalle zone equatoriali.

Giove adunque sarebbe un piccolo Sole, poichè dovrebbe avere la sua atmosfera infuocata di vapori metallici e di gas incandescenti; soltanto non essendo luminoso e non presentando il fenomeno delle protuberanze, si dovrebbe concludere che l'attività di Giove sia di proporzioni molto più modeste e ad una temperatura molto più bassa del Sole. Nel Sole certi composti, come l'acqua, per l'eccesso di temperatura non possono sussistere, trovandosi gli elementi costituenti allo stato di dissociazione. In Giove invece la gran quantità di vapore acqueo potrà trovarsi nella parte superiore dell'atmosfera, quasi galleggiante al disopra degli strati più densi dei vapori metallici infuocati, velando completamente col grande spessore ogni fenomeno dell'attività sottostante.

Ciò che abbiamo detto di Giove vale anche per Saturno, il secondo pianeta dopo Giove per ordine di grandezza del nostro sistema. Esso, oltre che pel suo caratteristico anello, si distingue per essere il più leggero pianeta, non avendo che una densità media di 0,73, e certamente tale leggerezza deve dipendere dal maggiore spessore dell'atmosfera.

Esso compie una rotazione in circa $10\frac{1}{2}$ ore, ma tale velocità decresce dall'equatore ai poli, il che si potrà spiegare nello stesso modo che per Giove.

Critiche e difese della ipotesi.

Critiche di un geologo.

Ho letto con interesse il suo lavoro che io ritengo possa essere utile e interessare i geologi,

quantunque alcuni, ed io tra questi, ammettiamo un nucleo terrestre caldo (alcuni lo vogliono freddo), ma compatto e rigido come l'acciaio, e più che alla vecchia teoria di Laplace siamo propensi a quella di Chamberlain, che ritiene la Terra in origine come una piccola stella morta che in seguito ad enormi cadute di meteoriti si è ingrossata e riscaldata. La teoria di Laplace può spiegare i climi per lo più caldi e uniformi nelle epoche geologiche più antiche, ma non può spiegare le recenti scoperte di un'epoca glaciale permiana (forse più importante di quella quaternaria), che coprì di ghiacci le regioni equatoriali; nonchè altre due epoche glaciali nell'arcaico.

Ad ogni modo non riesco bene a farmi un concetto della grande forza dovuta ai movimenti dei liquidi magmatici, data la loro grande densità; e se li ammetto possibili quando tutto era liquido e

abbastanza fluido per l'altissima temperatura, i movimenti stessi dovevano diminuire di intensità abbassandosi questa per poi cessare al formarsi definitivo della crosta solida. Perciò le forze sviluppate da questi movimenti potrebbero spiegare i sollevamenti di montagne più antichi, ma non più recenti (Alpi, Caucaso, Himalaia). Perciò io darei più importanza alla eccezione della catena degli Urali (sollev. erciniano) che non a quella delle Ande, che mi sembra siano terziarie.

E per spiegare le variazioni dei climi non è sufficiente lo spostamento dei poli? Alcuni geologi danno a questo fatto grandissima importanza e con esso spiegano anche i corrugamenti (CORTESE, *Planetologia*, Man. Hoepli, Milano, 1913).

Parlando degli strati alternati di carbone e sabbia, accenna alla necessità di ammettere oscilla-

zioni del suolo. Guardi che ora non si ammette più la formazione in sito dei giacimenti di carbone, ma che si ritengono quasi tutti dovuti a fluitazione, depositi di delta, spiegando così facilmente l'alternare di sabbia e carbone ed anche la sovrapposizione di gruppi di strati aventi inclinazione diversa.

Quanto alla parola carreggiamento, ammetto che sia bruttissima, ma non mi pare che si possa sostituire colla parola dislocamento, avendo questa un significato molto più generico; così con essa possiamo indicare una faglia, una piega, mentre noi dovremmo significare un *ricoprimento per scivolamento* e cioè la traduzione dal tedesco *Ueberschiebungdecke* e dal francese *nappe de charriage*.

Critiche di un astronomo.

L'autore, così parlando della Terra come del Sole, fa congetture di spaventevoli trasporti di massa, mentre non pensa alle conseguenze meccaniche delle nutazioni interne e dei cambiamenti degli assi d'inerzia.

Per l'autore, nelle sue congetture, l'equatore è tal quale oggi noi lo conosciamo, passante, ad es., per Quito e Borneo; gli orientamenti delle montagne sono studiati quali oggi ci si mostrano.

L'autore non ha pensato che, mentre il piano dell'orbita della Terra, finchè le masse dei corpi perturbanti non mutano nè valore nè direzione, di poco assai cambia nello spazio; l'equatore terrestre invece, cioè gli assi principali d'inerzia, sotto le spaventevoli correnti di materia immaginate

dall'autore, debbono subire enormi e variabilissime mutazioni.

Oggidì i moti degli assi principali d'inerzia sono minimi, perchè la Terra ha una rigidità comparabile a quella dell'acciaio (la teoria della precessione degli equinozi è fatta sull'ipotesi d'una terra assolutamente rigida e risponde appieno alle osservazioni); i fenomeni geodinamici interessano regioni estremamente prossime alla superficie. Le nutazioni degli assi d'inerzia nei tempi d'una Geologia arcaica sono e resteranno eternamente ignote agli uomini, i quali dovranno convincersi esservano congetturare in Geologia arcaica.

Anche nel Sole la spaventevole pressione deve rendere la materia in uno stato di rigidità, che la nostra Fisica non sa immaginare, ma che è giustificato dalla permanenza degli assi d'inerzia.

Quanto noi scorgiamo nel Sole, macchie, facole, prominente quiescenti, prominente eruttive, tutto ciò deve interessare un minimo strato superficiale: cosa mai sarà stato nella Eliologia arcaica gli uomini nè sanno nè sapranno mai.

Risposta

alle obiezioni del geologo e dell'astronomo.

Nel mio studio non ho nè anche nominato Laplace e la sua ipotesi; per conto mio anzi tale ipotesi manca di base scientifica, poichè non è ammissibile che i pianeti possano aver avuto origine da anelli di materia staccatisi dal nucleo solare per forza centrifuga.

L'ammissione che la Terra sia o fosse una sfera liquida non implica affatto che si riconosca e si accetti tale ipotesi.

Che la Terra fosse in origine un globo liquido lo si ammise sempre anche prima di Laplace, e l'ipotesi stessa di Chamberlain, non del tutto nuova del resto, che ammette che la Terra, come tutti i pianeti, il Sole e le stelle, abbiano avuto origine

per la caduta continua di meteore, giunge in fine allo stesso risultato di un globo liquido per l'alta temperatura prodotta dalla precipitazione delle meteore.

Lasciamo dunque da parte tali ipotesi: nessuno ha mai dubitato che la Terra sia stata, almeno in passato, un globo liquido, ciò indipendentemente dalle sue origini.

Ora si vorrebbe considerarla interamente solida, anzi rigida come l'acciaio, ma perciò bisogna accontentarsi dei risultati di una semplice formula matematica, forse dai termini arbitrari, chiudendo gli occhi ad una quantità di fenomeni e di indizi che dimostrano tutto il contrario.

Si obietta che se la Terra è liquida nel suo interno, si tratta di una materia di grande densità; ma ciò è contraddetto dalla fluidità delle lave che sgorgano dai nostri vulcani, le quali infine non

rappresentano che saggi del magma terrestre, come trovati immediatamente sotto la crosta solida.

Un nucleo molto pesante esiste senza alcun dubbio e la mia ipotesi spiega perfettamente la sua formazione. L'ammettere che tale nucleo possa essere, oltrechè rigido, anche *freddo*, è semplicemente assurdo, visto che si trova tutto involto di materiale rovente. Ma d'altra parte, se non si ammettesse la temperatura fredda non si saprebbe come sostenere la rigidità dell'acciaio e in tal caso mancherebbe la base del calcolo della precessione degli equinozi.

Nessuno può mettere in dubbio che la Terra sia caldissima nel suo interno e che possa per conseguenza trovarsi allo stato liquido: come dice l'autorevole astronomo, possono esservi condizioni tali che la nostra Fisica non può immagi-

nare. Ad ogni modo, se i calcoli della precessione degli equinozi vengono indirettamente a comprovare la rigidità del nucleo, si ha un indizio prezioso del modo di comportarsi di un liquido caldissimo, di alta densità, probabilmente metallico, sottoposto alla pressione di centinaia di migliaia, anzi di milioni di atmosfere, ciò che le nostre esperienze di laboratorio non saranno mai in grado di provare.

Che possano esservi state epoche glaciali anche nelle più antiche età geologiche, si può ammettere benissimo, anzi meglio, accettando la mia tesi, poichè essa ammette che i climi terrestri, secondo le varie latitudini, siano stati anche in passato non molto dissimili dal presente, mentre con un clima tropicale uniforme per tutto il globo, generalmente ammesso dai geologi, la formazione dei grandi ghiacciai sarebbe stata im-

possibile.

La spiegazione che i depositi carboniferi siano giacimenti di delta, prodotti da vegetali fluitati, non è nuova, specialmente per dare ragione dell'alternanza dei letti di carbone con gli strati di sabbia, ma si comprende che possa valere solo nel caso di certi depositi di estensione limitata, come sarebbe il caso delle ligniti di Valdagno o della Val d'Arno, ma non certo quando si tratti di vasti bacini carboniferi come, p. es., quello dell'Europa centrale, i cui strati, quasi sempre con una regolarità sorprendente, si possono seguire senza interruzione in Germania, Belgio, Francia, congiungendosi probabilmente ai bacini inglesi, o quando trattasi di altri bacini ancora più vasti. Non bisogna poi dimenticare che i depositi carboniferi non sono costituiti di solo carbone; questo anzi spesso manca ed è alternato o sosti-

tuito da svariatissimi strati, fra cui frequentemente vi sono dolomie, depositi con coralli ed altri fossili che escludono l'ipotesi di una origine per trasporto.

L'ipotesi dello spostamento dell'equatore terrestre, che sembra venga senz'altro accettata sia dal geologo che dall'astronomo, potrebbe dare effettivamente una soddisfacente spiegazione dei giacimenti carboniferi nelle regioni polari e forse anche dell'epoca glaciale.

Disgraziatamente tale ipotesi è affatto arbitraria, ed io appunto mi permetterei di chiedere al chiaro astronomo, se vi siano in astronomia altri fatti analoghi constatati che giustifichino una tale ammissione. Vi sarebbe veramente il fenomeno detto della precessione degli equinozi, in causa del quale l'asse terrestre va soggetto ad una lenta oscillazione, alla quale corrisponde uno spo-

stamento dell'equatore rispetto al Sole, per cui dovrebbe verificarsi una leggera oscillazione anche dei climi terrestri. Ma la breve periodicità di tale oscillazione, rispetto alla lunga durata delle epoche geologiche, prova quanto in ogni caso debba essere trascurabile la sua influenza sui climi stessi.

Sta poi il fatto innegabile del parallelismo delle principali catene montuose con l'equatore, e questo non può essere casuale, ma bensì dimostra che l'origine delle stesse è intimamente dipendente da una causa subordinata alla posizione attuale dell'equatore ed al movimento assiale della Terra, che non ha per conseguenza, almeno dalle ultime epoche geologiche, subìto spostamenti.

Non si dimentichi poi un fatto importante e cioè che con lo spostamento dell'equatore avrebbe

dovuto spostarsi anche lo schiacciamento dei poli, e questo certamente non si concilia col postulato della rigidità terrestre, necessario pei calcoli della precessione degli equinozi: non si potrebbe infatti ammettere alcuno spostamento equatoriale escludendo la fluidità o plasticità terrestre, da cui dipendono il rigonfiamento equatoriale e lo schiacciamento ai poli.

Rimane la possibilità di ammettere lo spostamento polare in epoca anteriore alla attuale orografia; così, se non si potrà invocarla per la spiegazione dell'epoca glaciale, potrebbe, come già ammisi, dar ragione della presenza dei depositi carboniferi in vicinanza ai poli, senza ricorrere all'assurdo del clima caldo e uniforme per tutto il globo. Ma vi sono altre difficoltà.

Si dovrà dunque ammettere che un tempo l'equatore terrestre passasse presso a poco dove

oggi vi sono i poli, ma non basta, poichè, dato che i depositi carboniferi si trovano disseminati in tutti i punti della Terra, si dovrà ammettere che lo spostamento si sia verificato più volte successivamente dopo lunghissime soste, forse di milioni d'anni, perchè avessero il tempo di formarsi i depositi carboniferi nella corrispondente zona calda e in tal caso, come si spiegherebbero l'uniformità e la contemporaneità evidente che esiste fra i depositi più lontani? Inoltre, contemporaneamente ai depositi dei climi caldi, avrebbero dovuto formarsi anche i depositi dei climi freddi glaciali, che per la stessa ragione dovrebbero trovarsi disseminati, al pari dei carboniferi, su tutta la Terra, il che non risulta affatto.

Mi si obietta che nell'immaginare la mia ipotesi non mi preoccupo delle conseguenze meccaniche delle nutazioni interne e dei cambiamenti de-

gli assi d'inerzia, prodotti da quei spaventevoli trasporti di materia; ma io non trovo punto giustificata una tale obbiezione, poichè non credo di aver lasciato supporre che nella Terra possano aver luogo di tali *spaventevoli* correnti, anzi escludo affatto che abbiano a verificarsi di codesti trasporti e correnti tanto violente, tanto meno nelle condizioni presenti della Terra, coperta com'è da una grossa crosta.

Ben lungi da ciò, credo anzi che se hanno luogo di tali correnti circolatorie interne, esse non possono essere che tranquille, lentissime e soprattutto costanti e regolari, come sono costanti e regolari le cause da cui dipendono. Io credo che tutto ciò possa ammettersi in uno stato di perfetto equilibrio di tutto il sistema, senza che abbiano a verificarsi spostamenti sensibili degli assi d'inerzia.

Che l'assieme dei movimenti circolatori del magma sia poco profondo è già ammesso dal mio schema illustrativo della fig. 12, secondo il quale l'interno della Terra, cioè la parte prevalente della sua massa, sarebbe rappresentata da un nucleo molto denso e tranquillo, estraneo ai movimenti superficiali del magma lavico, il quale nucleo potrebbe essere o piuttosto comportarsi come il rigido acciaio.

Ciò potrebbe valere in parte almeno, anche pel Sole, quantunque per tale astro siano da fare molte riserve all'opinione del mio contraddittore, quando dice che i fenomeni dell'attività solare interessano un minimo strato superficiale dell'astro.

Basta infatti considerare l'imponenza dei fenomeni solari e specialmente le protuberanze ed i getti ardenti per comprendere come una così spaventevole attività non possa interessare sol-

tanto la superficie, ma bensì anche le grandi profondità dell'astro.

Nessuna immaginazione potrà dare un'adeguata idea della grandiosità dei fenomeni solari, a cui partecipa, senza alcun dubbio, una parte rilevante, se non forse tutta intera la massa solare, che deve essere costantemente rimescolata fino a grandi profondità; e la mia ipotesi ha almeno questo di buono, che indica un sistema razionale di correnti che portano il contributo regolare e costante delle regioni profonde del Sole, senza di che non potrebbe spiegarsi la straordinaria attività della superficie.

Non è poi trascurabile nè di scarsa importanza, che si possa intravedere, dopo tante inutili ipotesi, finalmente una spiegazione razionale e plausibile, della zona delle macchie solari e della decrescente velocità di rotazione dall'equatore ai

poli, che si riscontra non solo pel Sole, ma anche nei pianeti maggiori.

È innegabile che nessuna delle ipotesi proposte finora per la spiegazione del complesso problema solare e del meccanismo delle sue prodigiose attività, sembra vicina come questa alla soluzione, e di fronte a tale constatazione credo che essa meriti qualche attenzione da parte degli studiosi.

Sono perfettamente d'accordo coll'autorevole astronomo, che trattasi di fenomeni e condizioni per le quali la nostra fisica terrestre poco può aiutare, ma non è detto con questo che sia assurdo o vano investigare o speculare in materia di Geologia o Eliologia arcaica.

Il voler fissare *a priori* un limite alle indagini scientifiche asserendo che oltre quel dato limite non si saprà mai nulla e resterà eternamente

ignoto, dimostra forse più presunzione che non la fiducia nel continuo progresso delle conoscenze umane.

La Geologia che rinunciasse a studiare le condizioni interne della Terra ed i fenomeni passati, limitandosi all'esame puro della costituzione della crosta terrestre e l'Astronomia che si limitasse soltanto a contare le stelle ed a misurarne le distanze, si ridurrebbero a studi ben aridi, poichè mancherebbero della maggior attrattiva per l'uomo, che tende specialmente a conoscere la storia del passato.

Schio, luglio 1913 (prima edizione).

Schio, giugno 1920 (seconda edizione, riveduta e ampliata).

D^r. OLINTO DE PRETTO.

APPENDICE

alla Memoria: *Sopra una grande forza tellurica trascurata.*

Nuovi argomenti in appoggio della tesi.

Il problema dell'origine delle montagne come fu trattato nelle pagine precedenti, non può essere studiato che imperfettamente senza il corredo di una carta d'assieme di tutte le catene montuose nella loro giusta ubicazione rispetto ai cerchi paralleli e meridiani della Terra.

Le due modeste carte d'assieme del continente Asiatico-Europeo e dell'America del Nord, delle due tavole II e III di cui ci siamo dettagliatamente occupati, possono benissimo servire allo scopo, e richiamandole nuovamente all'attenzione degli

studiosi, vorrei chiedere: come si può spiegare la disposizione così caratteristica dei vari sistemi montuosi? non è stato giusto il nostro paragone di tutte quelle linee d'increspature, ricorrenti l'una dietro l'altra e dirette verso determinati punti di convergenza, alle ondate delle maree? È possibile escludere che abbiano agito delle spinte, anzi propriamente un'unica spinta generale, diretta dall'equatore verso il polo, la quale si sia manifestata sull'intero emisfero boreale, scomponendosi a seconda delle varie resistenze, increspano contemporaneamente da un lato il continente Americano e dall'altro quello Asiatico-Europeo, per tutta la loro estensione? Come si spiegherebbe un tale grandioso effetto, ricorrendo alle vecchie teorie dei sollevamenti o del raggrinzamento determinato dal raffreddamento terrestre?

L'esistenza di una corteccia terrestre galleg-

giante, come le scorie di un bagno di metallo fuso, non potrebbe essere più evidente, come infatti dimostrano le pieghe dei sistemi montuosi, le quali ricordano fedelmente le pieghe che si formano sulle pellicole della crema che galleggia sul latte o sulla pellicola di ossido che ricopre il piombo fuso, quando si vogliano rimuovere sulla superficie liquida.

Simili increspature non potrebbero evidentemente formarsi se il globo terrestre fosse tutto solido e nemmeno se la corteccia fosse molto spessa e resistente. Essa deve necessariamente ammettersi relativamente molto sottile ed appoggiata sopra un bagno liquido, analogamente alle pellicole del latte o del piombo fuso.

Basterebbe adunque questa dimostrazione, secondo me inconfutabile, per accettare definitivamente quanto già fu detto in precedenza: "che la

Terra è un globo liquido, che deve la propria forma rigonfiata all'equatore e schiacciata ai poli, all'azione della forza centrifuga sulla massa liquida. L'involucro esterno non è che una pellicola di uno spessore relativamente piccolissimo che nel suo assieme non presenta resistenza, galleggiando e modellandosi interamente sul globo liquido sottostante".

Da questo concetto sono molto lontani anche gli studiosi che ammettono la Terra liquida nel suo interno, poichè generalmente nel mentre si ammette l'esistenza di una crosta soggetta a fenomeni di sollevamento e di dislocazione dipendenti da forze sotterranee, indizio di un probabile nucleo liquido a poca profondità, istintivamente in realtà vi è la tendenza a considerare la superficie solida molto stabile, per non dire immobile. Per spiegare l'esistenza di terreni di climi caldi che si

trovano verso i poli, tutto si è disposti ad ammettere: che i climi siano radicalmente mutati o invertiti, che un'unica temperatura si stendesse su tutta la Terra, che sia spostato l'asse terrestre o qualunque altra cosa insomma, anzichè ammettere che la crosta terrestre si sia spostata verso i poli: una tale idea non venne in mente finora a nessuno sebbene tanto più semplice e naturale, nemmeno a coloro che applicano su larga scala l'ipotesi dei carreggiamenti.

Le condizioni orografiche attuali risalgono ad un'epoca piuttosto vecchia, poichè i fenomeni di dislocazione da cui ebbero origine, si manifestarono alla fine del Miocene, ma non è per questo da credere che da quel tempo la corteccia terrestre possa essere molto ingrossata: che cosa sono infatti le poche decine di migliaia di anni passati da quell'epoca? In così breve tempo ri-

spetto alle lunghe età geologiche, le condizioni interne del nostro pianeta ben poco possono essere mutate.

Quale spessore possa avere la crosta solida, difficilmente si potrà stabilire. Vi è il fatto constatato in infiniti scavi sotterranei, della progressione della temperatura sprofondandosi nel sottosuolo a partire dallo strato di temperatura costante, che può dare qualche idea.

In ogni latitudine bisogna discendere ad una certa profondità per trovare lo strato in cui si riscontra una temperatura costante in tutte le stagioni dell'anno, corrispondente presso a poco alla media temperatura annua esterna.

Tale strato, che si trova a poca profondità verso l'equatore, trovasi forse a 20 metri alla latitudine di 45° e si sprofonda anche a 200 e più metri nei paesi polari.

Ebbene, a partire da questo strato di temperatura costante, secondo le medie dedotte da gran numero di dati raccolti in miniere, pozzi e gallerie, si può ritenere che la temperatura si elevi di un grado centesimale ogni 30 a 32 metri di maggior profondità. Si avrebbero presso a poco 3 gradi ogni 100 metri e quindi calcolando che a 20 metri di profondità, dove si avrebbe lo strato di temperatura costante, vi sia una temperatura iniziale di 10 gradi, a 1020 metri di profondità si avrebbero $10^{\circ} + 30^{\circ} = 40^{\circ}$.

A 10 mila metri di profondità si avrebbero in cifra tonda 300° .

Se tale progressione fosse costante, il che certo non sarà facile provare, alla profondità di 40 chilometri si avrebbero 1200° ed a 50 chilometri 1500° , alla quale temperatura forse nessuno dei composti minerali o rocce conosciute resistereb-

bero allo stato solido.

Possiamo ammettere questo dato importante, probabilmente non molto discosto dal vero, che la corteccia solida terrestre abbia uno spessore di una quarantina o al più di una cinquantina di chilometri.

Uno spessore di 40 chilometri, tenuto conto che il diametro terrestre è di 12.755 chilometri, in rapporto ad una sfera di un metro di diametro, corrisponde allo spessore di poco più di 3 millimetri, e si comprende quindi che per la relativa sua esiguità non possa offrire resistenza apprezzabile ai movimenti del magma.

La corteccia si appoggia adunque sul magma liquido, del quale le lave dei vulcani dovrebbero dare un'idea; ma effettivamente le lave dovrebbero differire dal vero magma, in ispecial modo per la presenza dell'acqua, che, come si sa, abbonda

molto in generale nelle lave, alle quali arriva senza dubbio dall'esterno per infiltrazione. Le lave in genere in causa della presenza di molta acqua, formano una specie di fango cristallino rovente, mentre il vero magma, per la completa epurazione subìta, per cui deve essere libero totalmente di gas, liquidi, o sostanze volatili, deve ritenersi simile al vetro, come la ossidiana.

Il maggior ostacolo per molti ad accettare che la Terra sia liquida, è la persuasione che dovrebbero manifestarsi nella massa liquida interna movimenti diurni analoghi alle maree, provocati in ispecial modo dal passaggio della Luna. Simili movimenti dovrebbero evidentemente avvertirsi dal di fuori, poichè provocherebbero effetti disastrosi.

Ma questa è una leggenda che cade da sè, solo se si considera il meccanismo delle maree, la

cui velocità di propagazione alla superficie, riferita all'equatore, è nientemeno che di 460 metri per secondo. È evidente che, data la grande densità del magma terrestre e la sua viscosità, in confronto della fluidità dell'acqua, la quale poi è libera alla superficie, mentre il magma è imprigionato e gravato per di più dal peso della corteccia solida che ne ostacola ogni movimento, analoghi movimenti anche in proporzioni minime non potrebbero aver luogo.

Una prova indiretta della liquidità terrestre si deve vedere nella grande potenza raggiunta universalmente dai depositi sedimentari.

Infatti, senza ammettere che la crosta solida possa essere suscettibile di sprofondarsi, appunto per essere appoggiata su di un fondo cedevole come il magma liquido, non potrebbero spiegarsi in modo soddisfacente le deposizioni successive,

regolarmente alternate, dei letti di carbone, e tanto meno le grandi pile delle stratificazioni di più epoche geologiche sovrapposte.

È classico l'esempio portato dal Lyell, di un deposito carbonifero della Nuova Scozia; il quale, in uno spessore di 400 metri, presenta ben 68 livelli differenti sovrapposti, con tracce evidenti di essere stati suolo di foresta i cui tronchi erano ancora provveduti delle loro radici⁶³. Come si può spiegare ciò senza ammettere che il fondo paludoso in cui vegetava la foresta carbonifera, fosse soggetto ad un successivo e molte volte ripetuto sprofondamento? E non si tratta di un esempio isolato, poichè i depositi carboniferi in generale per estensioni vastissime presentano una simile regolare sovrapposizione di letti di carbone alternati con arenarie, argille, ecc.

63 L. FIGUIER, *La Terra prima del diluvio*.

Ma esempi ancora più grandiosi e vasti si troveranno in ogni località se si considereranno gli strati sedimentari, e ne cito uno appunto che ho a mia conoscenza.

I monti dell'Alto Vicentino sono costituiti da una serie di strati in gran parte sedimentari, sempre in perfetta concordanza fra di loro, i quali, a partire dal Permiano che si trova alla base, risalgono al Trias, al Giura, alla Creta e poi all'Eocene fino a tutto il Miocene. Vi sono rappresentate adunque tre epoche geologiche e cioè: la parte più giovane dell'epoca Paleozoica, tutta intera la Serie Secondaria e gran parte dei terreni terziari. Tutto compreso, si tratta di una pila di stratificazioni regolari che può calcolarsi complessivamente di una potenza probabilmente superiore ai 5000 metri: ha per sottostruttura il micascisto, il quale forma la base del grandioso edificio.

Tutta questa massa di stratificazioni, che ha richiesto certamente molti milioni di anni per formarsi, ha incominciato a deporsi durante l'epoca detta Terziaria sopra il micascisto, il quale si trovava in parte sotto il livello del mare ed in parte emerso a fior d'acqua. Erano bassifondi sbattuti dalle onde di un estuario marino, nel quale affluivano corsi d'acqua provenienti dalle alture, costituite, si può dire, interamente di micascisto, dai cui detriti ebbe origine il primo deposito permiano, formato di arenarie grossolane e di conglomerati di limitata potenza, detti di *trasgressione* per essere in evidente discordanza col micascisto, sul quale appoggiano.

Si aveva adunque in origine una zona in parte emersa ed in parte sommersa; dato che è assurdo l'ammettere che il livello del mare si alzasse, conviene allora riconoscere che il fondo marino si

sia lentamente sprofondato per più migliaia di metri, poichè già durante lo stesso Permiano e poi successivamente durante il Trias inferiore, come indicano i suoi calcari, il mare doveva già aver raggiunto una notevole profondità. Questa, successivamente, dovette sempre aumentare durante tutto il lungo periodo triasico, nel quale è compresa la Dolomia Principale, che da sola supera i mille metri di potenza. Su questa poi poterono ancora deporsi le stratificazioni del Giura e della Creta, anche queste di uno spessore complessivo di forse un migliaio di metri.

Dopo la Creta, la quale viene ritenuta un deposito di mare molto profondo, succede in perfetta concordanza l'epoca terziaria cogli importanti depositi dell'Eocene, durante il quale il mare fu in parte colmato, come indicano i banchi di corallo, indizio di acqua poco profonda e anzi successi-

vamente, durante le eruzioni basaltiche del Miocene, tanto caratteristiche nel Vicentino, sembra che il mare fosse quasi colmato del tutto, poichè vi abbondano depositi paludosi di acqua dolce; ma poco appresso dovette sopravvenire un nuovo sprofondamento, forse l'ultimo, ricomparendo, sempre in concordanza, i depositi marini di arenarie e gres calcariferi del Miocene superiore. Alla fine di questo, ebbe finalmente luogo il grande generale corrugamento che diede origine alle catene montuose.

È provato adunque, che l'originario fondo marino formato dai micascisti che si trovava si può dire a fior d'acqua, ha continuato, più o meno regolarmente, con qualche arresto, a sprofondarsi durante milioni d'anni per migliaia di metri.

Un simile esempio non è che la ripetizione di un fenomeno universale, frequentemente avve-

nuto in proporzioni anche più grandiose, il quale ha si può dire costantemente accompagnato la deposizione degli strati sedimentari.

Fin dai primi tempi in cui l'uomo ha incominciato a considerare i fenomeni terrestri per spiegare l'origine delle montagne e dei rilievi continentali che emergono dal mare, ha subito immaginato i *sollevamenti* determinati da forze vulcaniche interne, tanto che la parola sollevamento è ormai generalizzata e usata da tutti.

Ebbene, conviene dire che un tale vocabolo, inteso nel senso vero come generalmente viene interpretato, cioè un fenomeno dovuto ad una spinta dal basso all'alto, per una causa interna, è improprio e, in generale, anche errato, poichè i veri sollevamenti interpretati in senso così ristretto, non sono in natura che un'eccezione, tanto da dover quasi concludere che non esistano, nella

fase attuale della Terra, nemmeno forze sufficienti a determinarli.

Può essere che la Terra abbia attraversato, durante il corso della sua evoluzione, una fase di grande attività vulcanica, che potrebbe dirsi fase *lunare*, della cui straordinaria attività fanno sulla Luna testimonianza i numerosi vulcani estinti che ricoprono l'intera sua superficie. Fu un'attività violentissima che si esaurì completamente col rapido raffreddarsi e consolidarsi di quel pianeta.

Per la Terra, se vi fu, come è probabile, un periodo analogo di grande attività vulcanica, che potrebbe chiamarsi anche *reattiva*, poichè probabilmente dovuta alla violenta reazione fra i vari elementi che esistevano in precedenza allo stato di dissociazione, l'effetto esteriore dovette risolversi in un generale sobbollimento per lo sviluppo di gaz e vapori, senza che potessero formarsi gli

apparati vulcanici esterni che invece nella Luna sorsero e si conservarono pel suo pronto consolidamento.

Durante la supposta grande attività chimica che avrebbe attraversato la Terra, gli ossidi ed i silicati ed altri composti vennero alla superficie come le scorie galleggianti di una caldaia di metallo liquido. Esauriti i processi chimici, essendo cessata ogni reazione, il metallo del nucleo terrestre, ricoperto dalle scorie liquide, costituenti il magma, rimase al riparo da ogni ulteriore reazione e così ebbe principio la fase tranquilla attuale, non essendo che fenomeni locali e quasi superficiali tutte le manifestazioni vulcaniche, dovute probabilmente a reazioni dell'acqua proveniente dall'esterno, venuta a contatto del magma rovente.

Nelle condizioni adunque in cui viene a trovarsi

la crosta terrestre che si appoggia sul magma, il quale presumibilmente è da lungo tempo completamente saturo di ogni reazione chimica, non si saprebbe nè anche immaginare una causa di un vero sollevamento nello stretto senso inteso dalla generalità.

Avremo invece da considerare il caso inverso e cioè, che la crosta galleggiante possa subire uno sprofondamento sotto il carico dei depositi sedimentari.

La potenza dei depositi sedimentari è subordinata a due condizioni: all'abbondanza del sedimento ed alla profondità conveniente del fondo marino, poichè se questo viene colmato è tolta la possibilità che riceva nuovi sedimenti.

Come si può spiegare, p. es., la grande potenza stimata di oltre 15 mila metri, di quei terreni antichissimi Huroniani e Laurenziani dell'ipotetico

Eozoon Canadensis? Può ammettersi che il mare ove si deposero, fosse già in origine di una profondità quasi doppia delle massime che si riscontrano nei mari attuali? Sembra di poterlo escludere se si considera che in quei primi tempi, all'alba della vita terrestre, la crosta solida doveva essere sottilissima.

Poche decine o anche forse soltanto pochi metri di strato alluvionale dovevano determinare lo sprofondamento del letto, come lo dimostrano le stratificazioni sovrapposte dal carbonifero o l'esempio tanto eloquente della serie vicentina. Anzichè ammettere adunque la preesistenza di un mare tanto profondo, conviene concludere che molto più probabilmente il fondo originario sia andato mano mano abbassandosi come il piatto di una bilancia a molla che continua ad abbassarsi quanto più vi si accumula il peso.

Così fino dai primi tempi della storia del globo, i depositi sedimentari andarono mano mano sprofondandosi, aumentando di spessore fino a raggiungere la potenza di più migliaia di metri.

Dato che lo spessore della corteccia solida sia ora di 50 chilometri, si può stabilire in teoria, che ogni maggior spessore di sedimento aggiunto per di sopra che agisce da coibente, determini una corrispondente rifusione per di sotto della corteccia che si appoggia sul magma, rifusione che aumenterà, se la corteccia cedendo sotto il peso, si sprofonda. Le linee di ugual temperatura si alzeranno corrispondentemente e così i più antichi sedimenti, sotto più migliaia di metri di depositi, finiranno per trovarsi a più centinaia di gradi di temperatura. Coll'aumento dello spessore dei depositi, aumenterà la pressione, la quale può calcolarsi di circa 25 chilog. per ogni metro di altez-

za di sedimento e per ogni decimetro di area: così per mille metri di sedimento vi sarà una pressione di 25.000 chili e per 10.000 metri di spessore, una pressione di 250.000 chili per decimetro quadrato.

Così sotto pressioni tanto elevate da superare la resistenza di qualsiasi compagine interna dei minerali ed alla temperatura di più centinaia di gradi, i terreni sedimentari argillosi silicei, nel lento corso delle età geologiche, hanno potuto trasformarsi nelle rocce cristalline, generalmente scistose, le quali ordinariamente costituiscono le fondamenta dei terreni sedimentari. In tali condizioni di pressione e di temperatura, lo stesso granito può aver acquistata una scistosità, per cui si vorrebbe da taluno spiegare l'origine del gneiss.

Evidentemente, con tali modificazioni così profonde subite dalle stratificazioni sedimentari, ogni

traccia di fossile dovrebbe essere scomparsa e perciò la mancanza di ogni vestigio di organismi nei terreni così detti azoici non può essere una prova che in origine ne fossero assolutamente privi.

I concetti ora svolti si possono riassumere in questi punti principali:

"Il magma terrestre nella sua parte superiore è un liquido viscoso denso, tranquillo, soggetto soltanto a correnti che lentamente si propagano dall'equatore ai poli terrestri.

"Sopra questo liquido galleggia la crosta terrestre, la quale, fino dall'origine della sua formazione, ha sempre avuto la tendenza a portarsi verso i poli, con tutte le conseguenze che abbiamo ampiamente svolte nelle pagine precedenti.

"Lo spessore di questa crosta è in funzione del grado di fusibilità dei materiali di cui è costituita:

sembra di poter fissare tale spessore fra i 40 ed i 50 metri⁶⁴.

"Colla deposizione dei terreni sedimentari la corteccia terrestre viene ad essere caricata di un forte peso, per cui cede affondandosi nel magma, perciò potè mantenersi la necessaria profondità del mare, e aggiungersi nuovi depositi, senza di che non si potrebbero spiegare i grandi spessori raggiunti dalle sedimentazioni.

"Le sedimentazioni più antiche essendo venute a trovarsi sotto una pressione ognor più forte e ad una temperatura sempre più elevata, subirono lentamente i varî gradi di metamorfismo già ammessi dalla vecchia teoria Huttoniana".

Schio, settembre 1920.

64 Refuso per "chilometri" [nota per l'edizione elettronica Manuzio]