

LA TERRA (1)

La cognizione esatta della terra è così strettamente legata ai moltissimi bisogni dell'umanità che non è da maravigliarsi se, dai più remoti tempi fino a noi, sia stato posto in opera ogni mezzo ed ogni studio per conseguirla. Il primo bisogno che si fece naturalmente sentire fu quello di conoscere le configurazioni delle valli e dei monti, dei fiumi e dei laghi, delle coste e dei mari. La geografia nacque dunque quasi insieme con l'uomo. Il quale ben presto conobbe che non solo poteva far suo prò di tutto quanto la terra generosamente profonde alla sua superficie, ma anche di quello che essa avaramente cела nelle sue viscere: e così, insieme ai primi e rozziissimi germi della geografia, s'incominciarono a gettare anche quelli della geologia. A mano a mano poi che l'uomo si andava aggirando per la sua dimora, e imparava a conoscerla, si accorgeva che essa non è sconfinata, ma che occupa uno spazio limitato: conosceva cioè, che la terra è rotondeggiante; e allora imprese a studiarla non solo nelle sue particolari accidentalità, ma anche nella sua forma generale: e così alla geografia e alla geologia incominciò a farsi compagna anche la geodesia. Se non che queste tre scienze, le quali tutte hanno di mira lo studio della terra, quanto mai non doveron lottare prima di conseguire quell'altissimo grado che hanno oggi raggiunto!

Gli uomini si trovavano deboli e inermi di fronte alla indomata natura, e perciò dovevano anzi tutto farsi forti

(1) Il seguente scritto del Prof. Donati è una *Lettura popolare* che egli fece al R. Museo Fisico di Firenze, il dì 10 aprile 1870. Siamo bene lieti di poterlo qui pubblicare, perchè in esso si trovano trattate non poche questioni della massima importanza per chiunque si occupa dello studio della Terra.

ed armarsi, affine di superare gli ostacoli che, a ogni piè sospinto, lor si paravan dinanzi. Per lunghissimo tempo non seppero fare altro di meglio che adoperare come arnesi, o gli ossi, o alcune pietre naturali; in seguito riuscirono a procacciarsi dei rozzi pezzi di rame e di bronzo, e finalmente di ferro; e allora coi ferri incominciarono a sbazzare la pietra; e dopo, con la pietra stessa, resero quei ferri più aguzzi e meglio atti al lavoro; e d'allora in poi i mezzi per vincere gli ostacoli e dominare le forze che si manifestano sul nostro globo andarono continuamente perfezionandosi, fino a divenire quegli stupendi ordigni che oggi aprono i monti e scavan le terre, modificando con l'arte la geografia della natura.

Nè l'uomo avea sol da combattere contro degli ostacoli esterni, fuori di sè; ma aveva anche da superare degli ostacoli interni, provenienti da lui medesimo. Oltre la resistenza e l'inerzia della materia vi era da vincere la resistenza e l'inerzia dell'intelletto. Quando fu riconosciuto che la terra è sferica, e che rimane sospesa ed isolata nello spazio, fu sì grande lo stupore e tanto lo spavento, che per lunghissimo tempo l'umano pensiero rimase timido e inoperoso prima di accingersi a studiare e a tentare d'intendere questa gran verità della filosofia naturale. Finalmente il letargo fu scosso, e allora s'incominciò a vagare d'errore in errore. Da prima si cercò di dare alla terra delle solide basi che le impedissero di cadere e sfasciarsi nella immensità dello spazio; s'immaginarono pertanto delle colonne e degli archi che la sostenessero; ma nessuno sapeva poi dire come e dove quegli archi e quelle colonne potessero reggersi. E mille altri falsi sistemi si crearono, che erano tanto più complicati quanto più si scostavano dal vero. Alla fine vi fu chi riconobbe che per ispiegare e intendere la natura bisognava abbandonare la fantasia e non rinchiudersi nella metafisica, ma stare ai fatti e progredire nella fisica; e allora ebbe principio un nuovo e più gagliardo progresso di tutta quanta la vita umana.

È certo che gli Indiani e gli Arabi incominciarono ad osservare il cielo molto prima d'Ipparco, il quale fiorì 127 anni avanti l'era cristiana: però le più antiche e sicure osservazioni astronomiche giunte fino a noi, e dalle quali la scienza trasse e può trarre tuttora un reale profitto, sono appunto le osservazioni d'Ipparco, e poi quelle di Tolomeo, e di Ticone. Questi dotti dell'antichità incominciarono ad enumerare, come meglio poteron, le stelle, e ne determinarono le posizioni sulla volta celeste. Alla generalità degli uomini d'allora, nulla appariva più strano e ridicolo di individui che si occupavano di contare e notare gli astri del firmamento: eppure da quelle osservazioni, in apparenza tanto sterili, emersero appunto le prime idee giuste intorno all'universo in generale, e alla terra in particolare. Su quelle osservazioni Keplero fondò le sue celebri leggi; che poi servirono a Newton per dimostrare come la nostra terra sia sostenuta nello spazio da quella potentissima forza di attrazione che rotonda le più piccole gocce d'acqua e i più colossali pianeti, e che mantiene legate con reciproco amore tutte le varie parti della immensa macchina dell'universo.

Dopo poi che l'uomo fu pervenuto a comprendere lo stato presente delle cose, non si contentò di questo solo; ma tentò inoltre di risalire, dalla storia del presente, a quella del passato, e di prevedere anche la storia dell'avvenire. Se non che, mentre è difficilissimo l'acquistare una conoscenza esatta dello stato presente della natura, di gran lunga più difficile è l'acquistare la conoscenza delle sue condizioni passate, e delle future: laonde non è da stupirsi, se l'umano pensiero abbia stranamente errato, ed erri tuttora, quando ha avuto ed ha di mira di toccare agli estremi limiti di un cammino che, essendo di sua natura infinito, non potrà per forza umana essere giammai tutto quanto percorso. Se però tali ricerche non hanno mai condotto, nè condurranno mai fino a conoscere le

cause *primarie*, e il destino *finale* delle cose, non per questo debbonsi riguardare come inutili; imperocchè servono mirabilmente a ingrandire il campo delle nostre cognizioni intorno alle cause *secondarie*; le quali sono quelle appunto su cui si fonda, e intorno a cui si aggira la scienza vera, l'unica che sia possibile e comprensibile per l'umano intelletto.

Limitiamoci alla terra; e dimandiamoci: Quale fu il suo passato? Quale è il suo presente? Qual sarà il suo avvenire?

Chi dice la terra figlia di Nettuno, e chi di Plutone. Prima però di giudicare qual grado di probabilità vi sia nel considerare la terra uscita, o dall'acqua, o dal fuoco, è necessario di avere un'idea abbastanza esatta del suo stato presente; senza di che sarebbe affatto impossibile di farsi un'idea qualunque, anche molto vaga, del suo passato e del suo avvenire.

Incominciamo adunque dal gettare un rapidissimo sguardo generale sulle condizioni presenti del nostro globo.

Migliaia di fatti che s'incontrano alla sua superficie dimostrano evidentemente che delle vastissime estensioni di terreno che ora sono all'asciutto, furono altra volta nel fondo del mare: nè tali estensioni confinano già con le coste, ove fra l'acqua e la terra più facile è la vicenda; ma sono nel bel mezzo dei continenti, come, ad esempio, le Alpi, i Pirenei, l'Himalaya. Ed infatti, le roccie di cui si compongono queste grandi montagne, non solo hanno evidentemente l'aspetto di depositi sedimentali, come quelli che si formano sotto i nostri occhi in seno alle acque; ma contengono di più una infinità di conchiglie, e di avanzi di moltissimi altri animali, che non possono aver vissuto che in mezzo al mare. E questi fatti non sono già pochi, limitati, o parziali, che anzi l'esistenza di resti marini in mezzo ai continenti è un fenomeno predominante, e quasi generale in ogni parte della terra. Per ispiegare

tutto questo, non si può fare altro che ammettere che le parti ora asciutte della superficie terrestre siano state altra volta il fondo degli oceani. Tutte le altre spiegazioni che furono tentate quando non si conoscevano per anche l'estensione, la moltitudine e il concatenamento di tanti fatti di simil genere, non hanno oramai alcun valore scientifico.

Ma vi ha di più: la crosta del nostro globo non è formata da una sola serie di depositi sedimentali; ma è costituita da diverse e successive serie, le quali si distinguono l'una dall'altra da certi aspetti e caratteri particolari di struttura e di consistenza. I vari strati che col loro insieme costituiscono una medesima serie, sono sempre fra di loro prossimamente paralleli, mentre in generale le serie successive non conservano fra di loro il parallelismo. Nel maggior numero dei casi le serie più basse e più interne sono molto inclinate all'orizzonte e molto irregolari, e le serie più alte e più superficiali sono invece meno inclinate e più continue. Appareisce chiaramente che vi è stata una causa che ha rotto, sollevato e disordinato, e qualche volta rovesciato affatto, i primi gruppi degli strati più interni, e che poi su quei primi gruppi si sono depositate e sovrapposte nuove serie di strati, i quali si avvicinano sempre più ad essere paralleli all'orizzonte, quanto più sono a fior di terra. Ai vari gruppi dei detti strati è stato dato molto appropriatamente il nome di *orizzonti geologici*, per indicare che essi prima di essere dislogati, devono essere stati vere superficie di livello, parallele all'*orizzonte reale*, la cui direzione vien determinata dalla superficie libera delle acque stagnanti.

Gli strati granitici sono quelli che per tanti caratteri appariscono essere i più antichi, e perciò sono stati chiamati strati *primitivi*: in mezzo ad essi non si trova traccia, o rarissima, di vegetali. A misura poi che dai terreni *primari*, si sale a quelli che i geologi chiamano *secondari*,

terziari ecc. ecc., gli avanzi della vita vegetale divengono sempre più frequenti, e s'incominciano anche ad incontrare le prime tracce della vita animale; le quali tracce si fanno sempre più abbondanti nei terreni più recenti. Innumerevoli fatti provano ad evidenza che molto prima dell'uomo esistevano sulla faccia della terra i soli bruti; di molti dei quali, come di molte piante, si sono ora affatto perdute le specie.

Oltre a questi fatti generali s'incontra pure una moltitudine di altri fatti che, quantunque di un carattere più particolare, dimostrano anch'essi col loro insieme i grandi mutamenti avvenuti sul nostro globo. Nel lago Baikal in Siberia, esistono le foche ed altri animali marini: lo che prova che dei tratti di mare, che già dovevano esser liberi, si trovano attualmente imprigionati in mezzo ai continenti. L'Impero di Roma non è molto remoto da noi relativamente al tempo, eppure in alcuni edifici di quell'epoca si trovano degli anelli di ancoraggio, sebbene quegli edifici sieno al presente lontanissimi dal mare. Ma troppo lunga, anzi impossibile, sarebbe l'enumerazione di tutti quei fatti, sì generali che particolari, nei quali si può leggere la storia della terra, come nei libri si legge quella degli uomini: e per lo scopo che io mi propongo può bastare quel poco che ne ho già detto.

Facciamoci piuttosto a discorrere delle ragioni, per le quali presumibilmente accaddero tante successive vicende, e per cui le cose sono giunte allo stato attuale. Queste ragioni costituiscono invero un impenetrabile e sconcertante arcano per l'intelligenza umana. Pure il teologo si tranquillizza, perchè scorge da per tutto l'intervento diretto e immediato della Divinità: il poeta, che spazia nei concetti, si sente soddisfatto, nè d'altro si cura, quando ha detto, per esempio, che per compiere la creazione, — *S'apersa in novi amor l'eterno amore*, — o che la Colomba eterna si mise a covare il caos, e lo fecondò: il

filosofo metafisico si chiude nell'idealismo, ed è contento se riesce a immaginare un *sistema*, o una *formula razionale*, con cui crede di spiegare e di dimostrare ciò che non si può che sentire: lo scienziato naturalista poi rimane sempre il più insoddisfatto e il più irrequieto, perchè vorrebbe rintracciar l'ordine nell'apparente disordine, e tutto spiegare con le cause fisiche e naturali che gli son note, attribuendo loro la formazione e la trasformazione dell'universo.

Spesse volte però accade pur troppo che anche il naturalista non faccia altro che della poesia, e, ciò che è peggio, senza quel sublime e quel bello che dalla vera poesia non possono mai andar disgiunti. Questo avviene ogni qualvolta egli oltrepassa i limiti della fisica, dimenticandosi, che è impossibile il trovare una ragione scientifica per fare uscire la materia dal nulla, e che la meccanica è obbligata a tacere intorno al primo principio dei movimenti, non potendo essa studiare che quelli che già esistono.

Sarebbe un'opera vana, il voler fare la storia di tutto quanto si è andato immaginando e svolgendo per ispiegare l'origine e la trasformazione di tutte le cose. In quanto alla terra in particolare, tutti vedono alla sua corteccia, qua l'azione del fuoco, là quella dell'acqua. D'onde le due teorie, la *plutonica* e la *nettuniana*: l'una che dice la terra uscita dal fuoco, l'altra che la dice uscita dall'acqua. In quanto a me, non ammetto in un modo esclusivo e assoluto, nè l'una, nè l'altra di quelle due teorie; ma ritengo che, come il calore e l'umidità sono anche oggi le cause principali della vita di tutto ciò che esiste sulla terra, così sieno state queste stesse due cause quelle che, insieme associate, abbiano grandemente influito, fino dalla prima origine, sulla vita del nostro pianeta, e lo abbiano ridotto allo stato in cui or noi lo vediamo. E da poi che, chi più, chi meno, ognuno è dispo-

sto ad accusare la luna di stranissime colpe di cui io, come astronomo, ben volentieri l'assolvo, mi sia lecito in compenso di attribuire al nostro satellite una colpa di cui, a mio credere, esso è molto probabilmente partecipe. Io ritengo cioè che la luna, insieme all'acqua e al fuoco, abbia esercitato sul nostro pianeta una impressione grandissima e lo abbia ridotto nelle condizioni presenti, facendolo passare per tante, e tanto diverse vicende.

Mi spiego.

Si sa che il flusso e riflusso del mare proviene per la massima parte dalla luna. Essa infatti attrae tutte le particelle materiali che costituiscono il nostro globo, con forze più o meno grandi, secondo che quelle particelle le stanno più o meno vicine: d'onde nasce che le particelle liquide dei mari, le quali, per la loro mobilità, possono liberamente obbedire a quelle forze ineguali, subiscono periodicamente degli spostamenti che costituiscono appunto quel fenomeno che si chiama flusso e riflusso, che gli antichi crederono essere un palpito proprio della terra. In quella plaga della superficie terrestre che si trova rivolta verso la luna, le acque del mare sono attratte più energicamente della parte solida terrestre, la quale costituisce una massa che non può muoversi che tutta insieme; nella plaga opposta le acque del mare sono invece attratte meno di quella massa solida: e perciò le acque che si trovano sulla plaga rivolta verso la luna si sollevano, perchè sono attratte di più di tutta la massa solida terrestre presa insieme; e sulla plaga opposta, essendo attratte di meno, restano indietro rispetto a quella stessa massa, lo che genera pure un sollevamento. Accade pertanto che in quei mari che trovansi rivolti verso la luna, come in quelli diametralmente opposti, esistono sempre due grandi prominenze acquose: e poichè la terra ruota intorno ad un asse, ne segue che quelle prominenze, le quali conservano sempre la medesima posizione rispetto

alla luna, sono costrette a cambiare continuamente di luogo sulla superficie del nostro globo.

Anche il sole agisce, in vero, come la luna per produrre lo stesso fenomeno; ma essendo la sua distanza dalla terra di 12 mila diametri terrestri, mentre la distanza della luna è soltanto di 30 di quei diametri, ne segue che la forza con cui il sole tende a produrre il flusso e riflusso è la *dodicimillesima* parte di *tutta* la forza attrattiva che il sole esercita sulla terra, e che la forza con cui la luna tende a produrre lo stesso fenomeno è invece la *trentesima* parte di *tutta* la forza attrattiva che proviene dalla luna; e in conseguenza sebbene la forza totale del sole sia di gran lunga più energica di quella del nostro satellite, pure ne risulta che la parte della forza attrattiva solare che fa impressione sul flusso e riflusso non è che $\frac{2}{3}$ della forza analoga con cui agisce la luna. Sulle circostanze dunque che accompagnano il fenomeno del flusso e riflusso predomina grandemente l'azione del nostro satellite.

Le osservazioni hanno fatto conoscere che in mezzo agli oceani, ove nessuna causa accidentale disturba il fenomeno, la differenza di altezza fra le acque alte e le basse, è in media di circa un metro. Se con questo dato si calcola il volume di acqua che durante l'alta marea rimane sollevato sulla quarta parte della superficie del globo terrestre, si trova che quel volume è di 25 mila chilometri cubi: e questa enorme quantità d'acqua percorre poi un quarto della superficie terrestre in poco più di 6 ore. Questo però nell'ipotesi che tutta quanta la superficie terrestre sia coperta dall'acqua, ma essendo essa per un quarto della sua estensione all'asciutto, il volume di acqua che realmente si muove in 6 ore sarà più piccolo dell'anzidetto: ma ciò nonostante è indubitabile che il volume di acqua che è trasportato dalla marea in 6 ore, supera sempre di gran lunga il volume di tutto

ciò che gli uomini hanno potuto trasportare artificialmente da un luogo all'altro della terra, fino da quando essi hanno incominciato a lavorare, e adoperando tutti quei mezzi che fino al presente hanno saputo immaginare, e mettere in opera. È questo uno dei tanti esempi che mostrano come la natura con mezzi per lei piccolissimi raggiunga in brevissimo tempo quello che l'arte umana può appena compiere in un lunghissimo corso di secoli.

Ma da che tanto grande è la quantità d'acqua che il flusso e riflusso fa muovere in brevissimo tempo, si comprende fin d'ora, anche prima di addentrarci di più nel considerare le conseguenze che possono derivare da questo fenomeno, come per esso debbano avvenire delle grandi trasformazioni alla superficie del nostro globo. E infatti, a causa del flusso e riflusso i mari hanno continuamente un moto generale rapidissimo da oriente a occidente; e un tal movimento poi, per molte ragioni, di cui non posso qui discorrere, si dirama in tante direzioni, e genera delle potentissime correnti marine. Le quali percuotono violentemente e costantemente le coste, rompono ciò che possono, e trasportano seco quanto hanno infranto, finchè poi non l'abbandonano: esse consumano dunque, ed alterano le antiche terre, e con gli avanzi di queste ne compongono delle nuove: d'onde le figure attuali dei continenti e dei mari debbono necessariamente cambiare in un corso più o meno lungo di anni, o di secoli. Non è già incerto il modo con cui le correnti marine agiscono per far cambiare la faccia alla superficie terrestre; su ciò non può cadere alcun dubbio; quello che solo rimane incerto è il tempo che dovrà trascorrere affinchè quelle correnti producano degli effetti apprezzabili. E poi, l'azione alteratrice che deriva dal flusso e riflusso è forse stata sempre tanto lenta qual ci apparisce al presente, od è già stata, o potrà essere in seguito molto maggiore? La risposta a questa domanda è della massima importanza, poichè può aiutare

a farci conoscere le cause di tanti maravigliosi fenomeni geologici. Laplace nella sua *Meccanica celeste*, si è occupato appunto di tale quistione, e col mezzo di una potente analisi matematica riuscì a provare che il modo di agire del flusso e riflusso non può subire cambiamenti, qualora la profondità dei mari sia molto piccola al paragone della grandezza del raggio terrestre, e qualora (oltre alla detta condizione) la densità media di tutta la terra presa insieme sia maggiore della densità dell'acqua. Or tali condizioni si verificano appunto in natura, in quanto che la profondità dei mari è in media minore di *un millesimo* del raggio terrestre (1), e la densità di tutta la terra, presa insieme, è circa cinque volte e mezzo la densità dell'acqua, presa isolatamente.

Ma i pochi fatti da me accennati in principio, ed anche un numero grandissimo di altri fatti di svariatissimo genere, dei quali non posso qui neppur dare un brevissimo cenno, fanno indubitatamente conoscere che le condizioni della terra sono state altra volta ben differenti da quelle attuali. Non potrebbe dunque la terra essersi già trovata in tali condizioni da permettere al flusso e riflusso di portare a conseguenze ben differenti da quelle cui ora conduce? È comunemente ammesso, nella scienza, che in origine il nostro globo sia stato tutto fluido e incandescente, e che poi sia andato gradatamente raffreddandosi dalla superficie verso il centro, ove esiste tuttora un enorme calore, che si rende manifesto per tanti vulcani che continuamente versano sulla superficie terrestre una enorme quantità di materia liquida e infuocata, proveniente dalle parti più interne del nostro globo. La massa fluida

(1) Le onde si propagano con maggiore velocità nelle acque profonde e con velocità minore nelle acque basse. Basandosi su questo fatto, si è potuta misurare la profondità media dei mari, che per l'Atlantico è risultata di 4800 metri, e per il Pacifico di metri 6400.

di cui in origine era formato tutto il pianeta che ora noi abitiamo, doveva poi essere circondata da una estesissima atmosfera carica di vapori acquosi, che per il raffreddamento dovevano successivamente passare allo stato di liquido e precipitarsi sulla superficie di quella stessa massa. La quale, e per la diminuzione del fuoco, e per l'aumento dell'acqua, doveva subire dei cambiamenti grandissimi, qualora il suo raffreddarsi non fosse stato in tutte le sue parti regolare e uniforme, come è molto probabile. Ma oltre a ciò quanto mai differente e più grande d'adesso, non doveva essere allora il fenomeno del flusso e riflusso! Se si prescinde dai lentissimi effetti secondari e indiretti, cioè dalle corrosioni, e dai depositi e dai trasporti delle materie corrose, la meccanica dimostra (come abbiamo detto) che il flusso e riflusso non può di per sé rompere l'equilibrio attualmente esistente fra i mari e le terre, ossia che un tale equilibrio è stabile; per la ragione che i mari sono pochissimo profondi al paragone delle dimensioni totali della terra; e per l'altra ragione che la massa acquosa è molto meno densa di tutto l'insieme del materiale di cui è formato il nostro globo; ma è chiaro che nello stato primordiale che si suppone che avesse il materiale terrestre non possono più ammettersi quelle due condizioni. Tutta la massa terrestre, essendo allora fluida e in un completo rimescolamento, doveva tutta quanta obbedire liberamente a quell'azione per cui il nostro satellite cagiona ora il flusso e riflusso sui mari soltanto.

Immaginiamoci poi che in quella massa fluida abbia incominciato a formarsi, a causa del raffreddamento, una sottile crosta solida. Ciò sarà bastato a contrariare subito l'azione lunare, ma non tanto però da impedirle di fare scorrere lungo la detta crosta quella quantità d'acqua di già formatasi in conseguenza della condensazione dei vapori; e molte parti di quella stessa crosta avranno anche potuto rimanere alternativamente, o allagate, o all'asciutto.

S' intende di più la possibilità, anzi la probabilità, che le cose possano essersi accomodate in modo da rendere possibile, anche per un lunghissimo tempo, un certo generale equilibrio fra le varie parti della massa terrestre; e come poi l'azione continua della luna abbia potuto sollevare adagio adagio delle grandi estensioni, o non bene solidificate, o non bene connesse fra di loro, rendendole inclinate all'orizzonte, mentre per l'innanzi saranno state in perfetto livello.

Da ciò, e dalla condensazione progressiva dei vapori elastici, dovevano nascere continuamente delle nuove e potentissime forze che, o prima, o poi, devono aver finito per rompere affatto quell'equilibrio che si era stabilito temporaneamente. E una volta rotto quell'equilibrio, le parti interne e tuttora fluide della massa terrestre saranno sormontate sulla crosta solida e avranno forinato come dei mari, la cui altezza sarà stata ben lungi dall'essere piccolissima al paragone delle dimensioni di tutta la massa terrestre presa insieme, e i quali non saranno nemmeno stati di una densità minore di quella della stessa massa; e in conseguenza, l'azione del flusso e riflusso doveva necessariamente rendere instabile l'equilibrio fra le parti fluide e le parti già solidificate della terra. E i cambiamenti e i traslocamenti possono ben anche essere stati tali e tanto grandi da far pure cambiare la direzione dell'asse intorno a cui la massa terrestre avrà ruotato in principio: il qual cambiarsi della direzione dell'asse doveva poi a sua volta generare nella massa terrestre delle nuove e grandissime rivoluzioni. Che possono essere avvenute, o affatto repentinamente e per salto, od anche in un modo generalmente continuo e progressivo, e accompagnate soltanto degli improvvisi cataclismi da potersi, quantunque estesissimi, considerare come parziali e locali rispetto alle dimensioni di tutta la terra.

S' intende inoltre, come possa essere accaduto, che al-

cune delle parti già solidificate della massa terrestre abbiano potuto galleggiare sulla massa tuttora fluida, e come, gettate qua e là, abbiano potuto dare origine alle montuosità del nostro globo, a misura che esso andava solidificandosi. I nostri attuali mari polari che si compongono di piani e di monti insieme solidificati da una bassissima temperatura, ci offrono forse una pallidissima immagine di ciò che sarà accaduto quando tutta la superficie terrestre, di fluida divenne solida.

Però è certo che i fenomeni che possono essere accaduti nello stato primordiale della terra, non possono attualmente più rinnovarsi, perchè ora l'equilibrio fra i mari e le terre è perfettamente stabile, nè l'azione del flusso e riflusso può più alterarlo in un modo diretto. Ma le condizioni presenti della terra sono per questo del tutto fisse ed inalterabili?

Abbiamo già detto che il fenomeno del flusso e riflusso deve tuttora, indirettamente e lentissimamente, far cambiare la faccia del nostro pianeta. E poi vi sono anche molte altre cause che tendono a produrre il medesimo effetto.

I fiumi che scendono dai monti, rompono i massi contro cui urtano; trasportano le terre e le pietre; le spargono per i piani; riempiono i laghi. Il Nilo, l'Oder, la Vistola, il Niemen, l'Elba, il Vesper, il Danubio e il Po, in Europa; e tanti altri fiumi nelle altre parti del globo; fanno nascere presso le loro foci delle terre chiamate *Delta*, che sempre più si ingrandiscono, avanzandosi nel mare. Le valli per cui scorrono i fiumi, subiscono delle continue alterazioni. La valle inferiore del Nilo, per esempio, si è sollevata di più di 6 metri sul livello del piano dell'antica città di Tebe. I vulcani eruttano dei torrenti di lava che distruggono la vita vegetale nei luoghi che cuoprono; e poi dopo una lunga serie di anni, si vestono essi stessi di vegetazione. I terremoti fanno affondare dei grandi tratti di terra sotto al mare, e fanno sorgere delle nuove terre in mezzo agli

oceani: nè passa al certo giorno che, o in una, o in un'altra parte della terra, non vi sia un qualche terremoto. Il movimento continuo è dunque lo stato normale che domina sul globo terrestre: e da ciò, cambiamenti, distruzioni e rovine: le quali dovranno a lor volta pur rovinare.

Oltre a tutto questo vi è pure da aggiungere un'altra causa di un genere tutto affatto diverso da quelle rammentate fin qui: la quale proviene dal flusso e riflusso, e che tende anch'essa ad alterare continuamente le condizioni del pianeta da noi abitato. Ho già detto che le acque del mare si accumulano sulla parte del nostro globo che sta rivolta verso la luna, e sulla parte opposta. Ma la terra per il suo movimento di rotazione tende a trasportare seco quelle prominenze liquide, e ad allontanarle dalla loro posizione normale; perciò esse spariscono, a poco a poco, per formarsi di nuovo nella direzione della luna; sono poi di nuovo trasportate e allontanate da quella direzione; e così di seguito. Questo spostamento continuo delle acque marine, le quali, sotto il dominio dell'azione lunare, tendono sempre a prendere una posizione di equilibrio che non possono giammai conseguire, non può effettuarsi senza che ne nascano fra le varie parti del globo terrestre degli sfregamenti e degli attriti che devono necessariamente tendere a far rallentare il movimento di rotazione che la terra ha intorno al proprio asse. Il sig. Delaunay che ha scoperto questa causa del flusso e riflusso, alteratrice del moto rotatorio della terra, calcola che per essa i giorni possano divenire nel corso di mille secoli di un minuto secondo più lunghi di quello che sono ora. L'alterazione è da vero minimissima; pure essa si è già resa sicuramente manifesta in alcuni fenomeni astronomici; e la sua piccolezza diverrà grandezza nel progresso del tempo, che è infinito. Nè val la pena di intrattenersi a discorrere dei mutamenti che dovranno

effettuare in tutta la vita che si sviluppa sul nostro globo, quando i suoi giorni saranno più lunghi degli attuali; poichè ognuno sente che quei mutamenti dovranno essere grandissimi, ma nessuno può ora prevedere quali saranno.

Ma usciamo per un momento dalla terra e solleviamoci al cielo: o meglio non l'abbandoniamo, ma consideriamo la terra come faciente parte di tutto il nostro sistema solare. Esso è tenuto insieme dalla forza di attrazione che esiste fra il sole e i pianeti: questa reciproca simpatia è un fatto di cui non può dubitarsi. Ma se ci dimandiamo quale sia la prima causa per la quale dei corpi che non sono uniti fra di loro da nessun legame materiale tendono a muoversi l'uno verso l'altro, allora ci troviamo ai confini di ciò che la mente umana può intendere, nè più sappiamo che cosa rispondere. Se la vera natura di quella forza ci è adunque ignota, noi non possiamo neppur sapere, se essa rimarrà eternamente costante, o se è possibile invece che essa diminuisca, o che cessi. Quando essa cessasse, i pianeti si sperequerebbero come un gregge senza pastore; andrebbero in cerca di un altro sole, o sceglierebbero per loro capo un pianeta ribelle. Ma lasciamo le congetture, e ritorniamo ai fatti.

È un antichissimo detto che *la natura aborre il vuoto*; e la scienza moderna ha delle prove che convalidano l'antica credenza che non esiste in natura nessuno spazio vuoto. Una sostanza a cui si è dato il nome di *etere*, riempie tutto quanto lo spazio infinito: essa non può cadere direttamente sotto i nostri sensi; ma molti fatti ne provano l'esistenza. Alcune comete di cui si conosce esattamente il giro intorno al sole, gli si vanno sempre avvicinando. E perchè? Gli astronomi non hanno saputo trovare altra ragione di un tale avvicinamento, che nella resistenza che le comete incontrano nel muoversi nella sostanza dell'etere. Quella resistenza deve infatti agire nella direzione opposta a quella seconda cui una cometa

si muove: lo che fa sì che la cometa sia obbligata a piegare un poco di più la curva che essa descriverebbe per la sola azione solare, e pertanto si avvicina al sole: il quale in conseguenza l'attrae con maggiore energia, e ne accelera il moto. Una resistenza opposta ed un movimento lo accelera: ciò può parere a prima vista un paradosso, eppure la meccanica insegna che in questo caso deve appunto accadere così. È dunque un fatto che le comete troveranno, o prima o poi, la loro fine nel sole che ne sarà la tomba. Ma come le comete, anche i pianeti, devono muoversi nell'etere, e perciò è forse serbata anche a loro la stessa sorte. Vero è però che dai più remoti tempi, da cui ci è dato di tener dietro alla storia del nostro sistema solare, fino al presente, non si è scoperto che nei movimenti dei pianeti siano avvenute alterazioni che possano attribuirsi alla resistenza dell'etere: ma questo non costituisce una prova assoluta, perchè il tempo che abbraccia la detta storia non è che infinitamente piccolo, al paragone dell'eternità del tempo che non ha confini. Per dire un numero, supponiamo che in un milione di secoli i pianeti si avvicinano al sole di pochi decimetri a causa della resistenza dell'etere: questo basterebbe perchè tutto il sistema solare, e in conseguenza anche la terra, avesse in sé il germe della propria distruzione: eppure tanto piccole quantità non si sarebbero da vero rese sensibili ai nostri apparati, in quell'intervallo di tempo, da che essi hanno cominciato a scrivere la storia dei movimenti celesti. L'ho già detto, ma amo ripeterlo, quando una causa di alterazione, anche piccolissima, esiste, non può già esservi quistione se essa produrrà i suoi effetti, solo è incerto il tempo in cui quegli effetti si renderanno apprezzabili.

Tutto quello di cui sono andato fin qui discorrendo, a me pare che basti a dimostrare la possibilità, anzi la probabilità, dell'azione di certe cause generali sul modo di

essere del globo terrestre. A me sarebbe ora impossibile di scendere a più minuti particolari, così che non mi resta oramai da fare che una sola ed ultima dichiarazione, cioè, che quando ho parlato *di rovina*, di *fine*, di *distruzione* delle cose passate, presenti e future, l'ho fatto soltanto per necessità di linguaggio; poichè nulla veramente rovina, o finisce, o si distrugge, ma ogni cosa solo trasformasi, e ogni forza conservasi, nella eterna e *circular* natura.

Firenze, 10 aprile 1870.

G. B. DONATI.