
F O N D A M E N T I

BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA
ROMA - Serie XII, vol. X (2005), pp. 131-160

CRISTOFORO NEGRI

LA GEOGRAFIA SCIENTIFICA (*)

*Memoria comunicata dal Presidente fondatore comm. Cristoforo Negri
nell'adunanza sociale del 2 dicembre 1877*

*Onorevoli Colleghi,
Colti e cortesi Uditori,*

Da gran tempo non ebbi lietezza della vostra cara ed animatrice presenza; ma assente della persona, non fui lontano di spirito. Vi ho seguito dell'animo anche in questa metropoli di imperiture memorie, e nel ritiro ho destinato unicamente ai comuni studî le solitarie giornate, che mi augurava brevi, ma furon sì lunghe, come le giornate polari che duran più mesi. Dovrò ritornare al ritiro e proseguire gli studî da solo quasi pellegrino notturno che muova per strada ignota senza chi lo guidi e sorregga; ma lieto adesso di trovarmi nel mezzo di voi, amo di favellarvi ancora una volta, e confido che mi udirete coll'antica benevolenza.

Non sono decorsi quattro secoli da che Diaz girava il Capo delle Tempeste, Vasco di Gama toccava alle Indie, Colombo alle Antille ed alle coste di Venezuela, e Balboa validando per l'istmo americano vedeva il Pacifico, al quale breve tragitto si deve, se poco dopo con poppa incoronata, benché dolente del capitano perduto, rientrava nei porti di Spagna la prima nave che ha circondato la terra.

Due secoli fa le carte estendevano tuttora l'Europa fino al grado 84 di latitudine: un supposto continente copriva la più gran parte dell'emisfero del sud, il Kamciatka occupava l'intero mare di Ochotsk ed allargavasi fino alla Corea, e l'Australia collegavasi alla Nuova Zelanda. Migliaia di leghe del nord-ovest d'America erano segnate come mare, quando Cook or sono cent'anni vi trovava le terre; e nella mia infanzia disputavasi tutto-

(*) Pubblicato in «Memorie della Società Geografica Italiana», 1877, I, pp. 3-38. Il testo è riprodotto integralmente e senza variazioni, a parte i consueti e minimi aggiornamenti di carattere tipografico.

ra perfino a Londra se esistesse o no la Baja di Baffin, di cui il grande navigatore aveva pur lasciato un ricordo, benché assai erroneo nelle longitudini. E non trascorsero che pochi decenni che potevamo tracciare delle linee di 25 gradi in Australia, e di 30 e 40 nell'interno d'Asia e d'Africa su territori ignoti del tutto.

Ma qual mirabile tesoro di cognizioni si è in brevissimo tempo acquistato! E non solo lo si acquistò nel primo stadio di cognizioni, quello cioè del penetrare in paese d'affatto nuova scoperta, ma nel secondo, che sta nel conoscerne la generale configurazione, dimensione e caratteri, e altresì nel terzo ed ultimo che confine non ha, che consiste nell'esaminarlo nell'incommensurabile ampiezza di tutte le scienze fisiche e naturali. A così sorprendenti successi prestarono vigoroso concorso colle variate condizioni commerciali e politiche, le Società geografiche. Al cadere del secolo scorso riunivasi a Londra la Società per la scoperta del Niger, che nel 1830, fattasi universale nello scopo delle scoperte, tramutossi nella regia Società geografica di Londra, che rese e rende infiniti servigi. Da questa, e dalla quasi contemporanea di Parigi, desunsero esempio ed animazione la nostra, e le trentotto d'oggi, delle quali alcune sono ancor piccole, ma dispiegano anch'esse però assai nobile operosità, quelle p. e. in Amburgo, in Brema, in Anversa e Bruxelles.

Tutti gli studî geografici, in ogni loro stadio, hanno in queste Società e culto ed alta-re, e la stima universale le segue, le favorisce e rinforza. L'intero pianeta è nella massima parte scoperto: lo stadio dell'ignoto quasi dovunque scomparve fuorché nelle regioni polari, in una lunga zona dell'interno altipiano dell'Asia, in Arabia, nel deserto libico, nei Galla, in varie riposte contrade delle due Americhe, e nel centro delle isole maggiori della Malesia e Polinesia. Ed anche gli studî più precisi si allargano ogni dì, così che appena un territorio è scoperto, viene in varie direzioni percorso, descritto e presentato all'esame inesauribile di quelle scienze che confine non hanno.

Una splendida costellazione di esploratori scientifici specialmente nell'Africa ha talmente impiccolito il campo delle scoperte future, che ormai può dirsi assai prossima la soluzione completa anche di quel problema sulle origini del Nilo, che da migliaia d'anni consideravasi così insolubile, come noi riteniamo quelli della navigazione aerea e della quadratura del circolo. Io non ho d'uopo di rammentare quegli esploratori del centro d'Africa a voi che già li premiaste, o loro conseguiste le ricompense del Re; ma non so trattenermi dal pronunciare il nome di Stanley, né dal far plauso che la prima medaglia d'onore pel suo viaggio del Congo, gli giunge dall'Italia. E maggiore io provo la dolcezza e la gioia, scorrendo che anche la gioventù del più nobile ceto in ogni nostra città, cimentandosi a lunghi e pericolosi viaggi, dimostra che l'inerzia dei secoli non ha affievolito l'antica virtù.

Sì, benamati Colleghi: cessò l'interdetto che togliendoci di mano il glorioso vessillo delle esplorazioni lo aveva dato in privilegio agli stranieri. Ai compagni che inviasse nell'Africa, applaudirono perfino le classi di popolo la cui coltura non eguaglia il cuore, ed io stesso che non senza apprensione vi ho veduto azzardarvi ad impresa oltre la misura delle ordinarie forze costosa, mi convinsi pel testimonio dei fatti, che la vostra non era baldanzosa imprevidenza, ma nobile e bene posta fiducia. Soffriste dolorose jatture; ma non foste di quelli il cui animo si rialza o si abbatte ad ogni elevarsi o declinare del sole: perseveraste; confermaste gli antichi con nuovi sacrifici. Ora vi giungono le voci più tristi sulla sorte dei vostri inviati: sono per gran ventura assai vaghe; ma quando pure avessero sembianza del vero, imiterete Murchison, che quando tutti credevano alla morte di Livingstone, egli oppose l'incredulità, fece risolvere una spedizione di ricerca, ed ebbe vittoria su tutti. Imiterete, posso dirlo? me stesso, che quando tutti deploravano

la morte di Barth nel Sudan, e la sua famiglia ne portava gramaglia, fui pertinace a non credere, e gli scrissi, e ne ebbi dal deserto di Tomboctu ben augurato riscontro!

Ma se il campo delle grandi scoperte di nuove terre rapidamente scompare, si aggiunge alla terrestre la geografia dei mari, e sì l'una che l'altra facendosi più esatte e scientifiche allargano il loro orizzonte, come segue a colui che più procede in altura. Invadono e conquistano, e collo sciogliere o rischiare di problemi, ne creano e presentano di nuovi, che sono nell'ambito di tutte le fisiche e matematiche scienze. Ricorrono adunque alle medesime, ed abbellendosi di splendore riflesso, ne mutuano ricchezza di mezzi a visione e d'argomenti a prova: tengono con loro concorde un cammino, che posa non ha, perché il moto inerente ad ogni scienza speciale fomenta ed accelera il moto dalle altre, che tutte sono gemme d'una sola corona, contento di molti stromenti, e fiamme d'un unico fuoco: lo scibile.

Dovendo dunque dire della geografia scientifica, ossia di una dottrina che d'altre scienze si nutre, dovendone esporre gli assiomi, e dove invano si cercano, riferire le altrui opinioni, e presentare ben anche al vostro giudizio le mie, il mio compito è grave. Non lo renderò quindi più arduo per sollecita cura d'eleganza di forme. L'amenità e la scienza possono, è vero, riunirsi in seducente connubio, come grandi ingegni nell'antica e nella moderna età, ed anche il vostro Presidente effettivo lo ha in più casi mostrato; ma l'abbellire di grazia l'austerità della scienza è invidiabile dono, e privilegio di pochi.

Esaminando dapprima il globo come un pianeta nel sistema solare, la geografia prendesi a maestra e compagna l'astronomia. Studia poi colla geologia le vicende che gradatamente il condussero alle condizioni attuali, gli enti inorganici di cui si compone, ed i fenomeni che l'agitano ancora, preparando successive alterazioni di forme. Osserva quindi colla fisica e colla chimica la configurazione della terra, le acque nelle loro metamorfosi di oceani, di vapori, di nubi, di piogge, di nevi, di ghiacci e di fiumi, l'atmosfera e le meteore, i climi, la luce. Quindi coi filosofi naturalisti, tocca al gran problema della vita, e coi botanici e zoologi tratta della flora, della fauna, dell'uomo e dell'azione del medesimo a modificazione della propria sua sede, e degli esseri che lo circondano.

Che cosa è l'universo che vediamo, e che è la terra che noi abitiamo? Vi è differenza fra le apparenze che scorgonsi, e la realtà dei fatti che avvengono?

Per ciò che ci è noto, i Greci d'Asia, della Cirenaica e d'Egitto furono i primi a sollevare lo sguardo alla estatica contemplazione del mondo. Fra essi apparvero alcuni genî di sorprendente iniziativa scientifica, che incominciarono quel duello fra la ragione e la credenza, il pensiero e l'inerzia, la filosofia e l'autorità, che dopo 25 secoli di lotte quasi incessanti, si combatte tuttora. Fra i Greci d'Asia appunto inaugurava Democrito il sistema degli atomi; concetto sublime e fecondo che variamente modificato od esposto fu adottato in ogni tempo, da Lucrezio p. e., da Bruno, da Gassendi, da Bacone, da Cartesio, da Kant, ed ora difeso dai più grandi fisici e chimici in ogni parte del mondo, trionfa specialmente nel supremo areopago della Associazione britannica. Anche Eudosso da Gnido proclamava, a quanto sembra pel primo, la sfericità della terra, che Aristotile adottò, dimostrandola la sola forma compatibile colla gravitazione della materia al centro, col variare dell'altezza polare delle stelle osservate da luoghi diversi e lontani, e coi segmenti dell'ombra terrestre veduta nelle eclissi sul disco lunare.

La scuola d'Alessandria somministrò alle credenze le prove, e creò con esse la scienza. Ammise la rotazione della terra intorno all'asse, e la circolazione intorno al sole con moto d'ineguale rapidità; mostrò l'eccentricità dell'orbita, ed indicò perfino la precessione negli equinozi, ossia il periodico cambiamento di direzione dell'asse terrestre da oriente ad occidente, in linea contraria, al movimento nell'orbita: fissò poi le posizioni geografi-

che col mezzo delle latitudini, e calcolò le longitudini colle eclissi lunari. Ma presto Tolomeo immobilizzò di nuovo la terra, e rese per un millennio la scienza retrograda.

Gli Arabi fecero poco conto della letteratura d'occidente, forse perché infastiditi da quel perpetuo intriso mitologico, che era tanto al disotto della loro idea sulla divinità. Essi però abbracciano molte delle idee filosofiche dei Greci, e segnatamente ne adottarono le matematiche: nondimeno nelle astronomiche si attennero alle erronee, cioè alle meno antiche, ossia a quelle di Tolomeo. Misurarono, come avevano fatto i Greci, degli archi di meridiano: ma prescindendo anche dalle altre difficoltà, e gli uni e gli altri avevano quella non superabile allora, di non deviare dall'arco né a levante, né a ponente, onde misurare effettivamente la linea più, breve. Del resto, quale risultato precisamente ottenessero, si ignora, perché nonostante i cento scritti intorno a ciò pubblicati, non abbiamo sicura contezza della lunghezza dello stadio greco, e del cubito arabo, esprimenti quelle misure.

Il maggior servizio però reso dagli Arabi al risorgimento dell'umana, coltura, fu l'aver essi risvegliato nel mondo lo spirito d'osservazione, che nella medioevale barbarie era cessato. Alhazen, p. e., parla del rarefarsi dell'atmosfera in alte regioni, della rifrazione dei raggi transeunti da un mezzo men denso ad altro più denso, quindi dell'alterarsi della figura del sole e della luna quando all'orizzonte si approssimano, e della loro visibilità anche dopo il tramonto. Egli fa cenno altresì della gravitazione terrestre, di alcune norme dell'idrostatica e della forza della capillarità.

Anche in occidente finalmente, in Inghilterra p. e., in Germania, e soprattutto in Italia, alcune menti elettissime, di quando in quando ritornavano ai migliori e più antichi studi dei Greci. Il sistema geocentrico di Tolomeo era già scosso nella credenza di molti, Copernico annunciò il proprio, quello cioè dei movimenti eliocentrici. Giordano Bruno, forse il più vasto, audace e profondo di quanti pensatori mai furono, lo seguì; spaziò anzi largamente in tutta la cosmogonia e filosofia. Egli vide nelle stelle innumerabili soli, cercò il centro comune di tutti; vide vita e moto negli atomi, e nella materia scoprì l'indefessa virtù creatrice di forme. Non si fece ribelle all'*Incomprensibile*, ma inchinossi a lui solo, a Dio cioè, alla prima efficienza, all'Ente supremo, alla Natura, all'Ignoto, qualunque sia il nome che fu dato o si darà alla fonte primigenia e conservatrice dell'universale armonia.

Ticone Brahe, miseramente oscillò in amfibio dottrina, ed anche Galileo per temenza si infinse in quei dialoghi suoi, che sì bene presentano l'urto delle opinioni lottanti a suoi dì. Ma il genio, temente o no, è tratto irresistibilmente sulla linea del vero, e Galileo prestò, se non alla filosofia di Bruno, alla cosmogonia di Copernico, l'immenso appoggio dell'ottica, del ragionamento e del calcolo. Allora le idee di Copernico assunsero forma e vigore di sistema: allora le resistenze inscienti e crudeli scemarono; e cessarono, o tacquero quando Newton dettò il codice completo della gravitazione, e Kepler correggendo lo stesso Copernico dove era stato in errore sulla figura delle orbite, restrinse in tre sole proposizioni l'eterna e generale legislazione del cielo.

Agli assiomi di Newton e Kepler hanno ubbidito tutti i pianeti maggiori allora conosciuti, ed Urano e Nettuno trovati dipoi; anzi Nettuno fu divinato con quelle leggi, e poscia rintracciato con esse. E col medesimo calcolo, noi scopriremo un dì anche l'esistenza, la posizione e la massa di un altro più remoto pianeta, da cui viene perturbata l'orbita di Nettuno, quantunque sia possibile che la sua soverchia distanza lo sottragga per sempre alla nostra visione. Furono ubbidienti del pari a quei calcoli i satelliti dei grandi pianeti, nonché le comete, e tutti i 177 pianeti minori, che si scoprirono fra Marte e Giove, dei quali nove furono trovati da De Gasparis a Napoli, e ben ventidue da

Peters a Clinton in America. Non fu così della rinomata legge di Bode sulle relative distanze planetarie: le ultime scoperte non la mostrarono costante.

Ma se i genî testé indicati hanno fondato su basi infallibili la cognizione del sistema solare, né essi, né i posterî, hanno trovato le leggi universali dell'astronomia dei mondi. Abbiamo aperto una pagina del fulgente volume del cielo, non l'intero volume. È probabile (vorremmo dir certo) che esista un nesso fra il sistema solare ed i mondi infiniti: la ragione, specialmente se educata a meditare sull'armonia del sistema solare, facilmente si persuade che le stessi leggi governino l'intero universo: si scoprono dislocazioni e moti nel sistema stellare: ci avvediamo anche del moto di tutto il sistema solare verso altra regione del cielo, e questo moto dovrebbe col tempo palesare più rimarchevoli e numerose le poche paralassi stellari che sembrano adesso sicure; ma quale è il centro di tutti i moti, quale la forza attraente, quale cammino abbiamo fatto, e quale faremo? Lo ignoriamo; ma l'isolamento del sistema solare, l'isolamento degli altri, la disarmonia cioè dell'universo non è ammessa da alcuno.

La scienza invece del nostro pianeta, la figura, i movimenti, la massa, sono note, e senza possibilità di contrasto. Ce ne assicurano il calcolo teorico di gravitazione, l'osservazione delle oscillazioni del pendolo a diverse latitudini, profondità ed altezze, il variare degli orizzonti in qualunque direzione procedasi, l'analogia di ciò che osservasi negli altri pianeti, la nutazione, e la figura dell'ombra terrestre nelle eclissi lunari. La rotazione della terra attorno all'asse ci è dimostrata anche in modo materiale e diretto dall'esperimento di Foucault. Ne conosciamo poi il volume per le diligentissime misure di archi di meridiano, omai estese ad archi di venti, di venticinque, e perfino di quaranta gradi. Noi abbiamo misurato altresì archi di vasta estensione nel senso dei paralleli, il che non si sarebbe potuto fare con sufficiente sicurezza dagli antichi, che non possedevano i nostri cronometri, né avevano a servizio l'istantaneità delle correnti elettriche e gli elioscopi, per conoscere ogni minima differenza di tempo.

Devesi specialmente a Snellio il miglioramento immenso e rapido che seguì nell'esatta cognizione del volume terrestre. Noi abbiamo in fatti appreso da lui a misurare non più l'intera lunghezza di uno o più gradi, ma solamente una linea di base, cui appoggiano una rete indefinita di triangoli in qualsivoglia direzione. E siccome i lati dei triangoli di primo ordine misurano talvolta cento e più chilometri (nella recente triangolazione attraverso l'Adriatico noi ne misurammo di oltre 100, ed in quella del Colorado agli Stati Uniti si assunsero anche lati di 150 miglia), la rete trigonometrica può comprendere la più estesa contrada. Ma tali operazioni di alta geodesia sono di estrema delicatezza: specialmente lo è la misura della base, su cui tutta la triangolazione si fonda, e quella delle basi di verifica e conferma. Chi però considera l'esattezza degli stromenti attuali per la misura delle basi e degli angoli, l'utile impiego dell'elioscopio o di segnali notturni, i quali offrono sicurezza di mira alla vista che si raccoglie sul punto luminoso, e la costante cautela di non ammettere né angoli troppo acuti, né troppo ottusi, e pensa poi alla catenaria, ai giri delle ruote di comuni veicoli ecc., servienti un giorno alla misura dei gradi, si meraviglia dell'eccellenza dei metodi ora posti a servizio della scienza. Eppure le difficoltà di riconoscere in modo appagante col mezzo delle triangolazioni la differenza dei diametri polare ed equatoriale sono sì grandi, che di 74 basi trigonometriche state fin ora misurate, le più vengono per l'una o per l'altra causa escluse dal calcolo diretto a determinare la vera figura della terra. Ed anche le triangolazioni che maggiormente si apprezzano, dopo rimosse tutte le cause d'imperfezioni ed errori, e dopo d'aver ridotto col calcolo le linee a perfetta orizzontalità, non donano mai risultanza di cifre di coincidenza assoluta. Non possono quindi ammettersi siccome rigorosamente esatti i calcoli di Bessel, che determinò la figura sferoidale della terra giusta le risultanze delle triangolazioni abilmente

comparate; anzi la sferoide quale fu calcolata da lui, e che certamente meglio concorda colle cognizioni attuali, subirà pur essa alcuna modificazione dai lavori e dalle verificazioni successive. Il globo terrestre non è né una sfera, né una sferoide, ma ha figura irregolare, e non riducibile ad alcuna forma esattamente geometrica. Quante e quali però siano le ineguaglianze locali, non si conoscerà se non lentamente, e perfettamente non si conoscerà mai, come non mai sapremo con precisione se la massa terrestre sia di densità uniforme o no. Vediamo bensì che le oscillazioni del pendolo in generale si fanno più numerose procedendo dall'equatore ai poli, o scendendo da punti culminanti sulla superficie terrestre, ad altri in profonde cavità; ma vi è frequente anomalìa nella serie non solo in vicinanza delle grandi masse montive, nel sud p. e. dell'Alpi e del Caucaso, ma anche nei piani, come nei dintorni di Mosca ed altrove, perché la stessa potenza attrattiva che in prossimità dei monti fa deviare dalla verticale il pendolo, ne proporziona la rapidità di caduta alla diversa densità degli strati inferiori.

Per ottenere adunque su tale argomento, ed in genere, su quanto riflette le condizioni matematico-geografiche del nostro pianeta, la migliore cognizione possibile, abbiamo tuttora un lungo cammino a percorrere. Lo percorriamo però, e ci arricchiamo di positive e di teoriche notizie ogni dì. Allo scopo di studi collettivi, d'uniformità di metodi e d'avere centri di direzione ed esame, si acquistò l'operoso concorso dei Corpi topografici militari introdotti da Federico II negli eserciti, dei quali ora formano nobilissima parte. Ad essi sono ormai affidati esclusivamente od unitamente agli astronomi i lavori trigonometrici, sommamente attivi in quasi tutti gli Stati: sostituiscono talora gli astronomi stessi in ogni specie d'osservazioni e misure. Si deve al loro concorso se il recente passaggio di Venere sul disco del sole, che è forse il fenomeno più delicato per l'osservazione e pel calcolo, poté essere osservato in più di cinquanta località. Conforme al concluso nel Congresso di Leyden (1875), le fatte osservazioni si pubblicheranno quando siano comparate con quelle da eseguirsi al nuovo passaggio di Venere nel 1882.

A cognizione sempre più esatta della figura della terra, ed in ogni altro ordine così di matematiche, come di fisiche idee, l'esplorazione piuttosto scientifica, che navale e geografica delle contrade polari, è vivamente desiderata dai dotti di qualunque nazione. Veramente si ha ben poca lusinga che in quelle contrade silenti, dealbate, e non riscaldate dal sole, si giunga alla misura di archi di meridiano, che ad alte latitudini sarebbe sì utile. Gli Svedesi già ne avevano intrapreso la misura allo Spitzberg, ed i Tedeschi s'erano proposti di eseguirla in Groenlandia, ma l'effetto mancò. Si esaminarono però a dodici, ed anche a dieci gradi, lungo il parallelo che circonda il polo boreale, le oscillazioni del pendolo, e giova ripeterle.

Le spedizioni artiche (non parliamo delle antartiche, tanto costose e sì remote da paesi popolosi e civili), richiedono non piccolo sacrificio di mezzi: non mancano però i generosi promotori di esse, e nobili esempi ne diedero e danno p. e. il conte di Wiltcek di Vienna, il signor Dickson di Gothenburg, i signori Sidorow e Sibirjakoff di Russia, il signor Rosenthal di Amburgo, ecc.; ma quando le private largizioni non bastino, è quasi assicurato l'aiuto di grandi Governi all'allestimento d'altre spedizioni, e probabile l'accordo per un sistema d'esplorazione regolare e continuo. Tutte le scienze lo vogliono: lo vogliono l'astronomia, la geologia, la meteorologia, la biologia, ecc. Soprattutto lo domanda la scienza del magnetismo terrestre.

Voi ben sapete che per mera facilitazione di studi abbiamo scomposto negli elementi di declinazione ed inclinazione le osservazioni della direzione magnetica. E poichè la barra liberamente sospesa, se è spostata dal piano ed asse magnetico, vi ritorna con vibrazioni di rapidità proporzionale alla forza attraente, la durata delle vibrazioni offre il modo di misurare altresì l'intensità della forza. Così vi sono pel magnetismo tre elementi di studio.

Supponendo che tali elementi fossero ovunque regolari e costanti, eransi tracciati sulle carte l'equatore magnetico, i paralleli ed i poli; ma in ciò ci eravamo affrettati di troppo. Il magnetismo è un Proteo che ci beneficia, anche se ci è invisibile il cielo, dell'innapprezzabile dono dell'indicazione del polo, ma non ci rivela l'intima causa né di essa, né delle regolari sue divergenze nel giorno, nell'anno e nel secolo, né delle anormali sue turbazioni ed uragani. Il genio di Faraday ha svelato la connessione od omogeneità del magnetismo coll'elettricità, e fu così aperta la via a quella stupenda serie di deduzioni e scoperte, che formano il patrimonio della nuova scienza, l'elettromagnetismo. Abbiamo anche conosciuto la relazione immediata del magnetismo colle aurore boreali dell'alta atmosfera, e la sua cognazione perfino colle macchie, che ad intervalli ritornano sul disco solare; ma invano domandiamo all'astronomia, alla fisica, alla chimica, alla meteorologia, la legge universale dei permanenti e dei mutevoli fenomeni suoi.

E già dopo lunghe esitazioni, abbiamo dovuto rinunciare a quella sì semplice, e quindi lungamente vagheggiata credenza, che sul globo esistessero due soli poli magnetici, di imperio separato da una linea neutrale, od equatore magnetico, senza inclinazione, e ci fu forza di ammettere la dottrina dei quattro poli magnetici, due dei quali nel nord e due nel sud, che prodotta fino dal 1700 da Halley, era stata per lungo tempo quasi negletta. Ma non appena abbiamo generalizzato sulle nuove basi il fenomeno, e disegnato le carte per le quattro regioni magnetiche, dobbiamo per altre osservazioni recenti spostare la posizione dei poli, e quindi anche le linee dipendenti dai centri. Eppure non dobbiamo adesso, per le osservazioni fatte da Tcekanowski e dall'astronomo Müller lungo l'Olonek, le Tunguske ed il Lena, spostare di sette gradi al sud, e d'altri sette all'ovest il polo siberiano, dal punto, ove l'insigne matematico Gauss lo aveva segnato? E quando siano ben calcolate le osservazioni fatte da Nordenskiöld sull'Jenissei, e da Weyprecht alla Terra *Francesco Giuseppe*, non dovremo trasportarlo ancora? I nuovi studi però che stanno per intraprendersi nelle alte latitudini sveleranno, speriamo, i misteri che il magnetismo pertinacemente nasconde. Specialmente gioveranno gli studi nelle acque siberiane; gli Svedesi vi si dirigeranno nel futuro anno di nuovo, e sarà con loro un bravo ufficiale della regia marina, il sig. Bove. Vi ritornerà probabilmente anche una nave austro-ungara capitanata da Weyprecht, che ivi si è illustrato di già: concorreranno certamente con previo concerto d'osservazione i Siberiani medesimi, o vogliam dire i Russi e Tedeschi, che sono numerosi colà. La Siberia non è adesso paese straniero alla scienza. Vi esistono, e sono attive le Società geografiche di Oremburgo e di Irkutsk: vi sono Accademie militari e Musei, ed eccellenti ufficiali di marina in Wladiwostok. Colte persone vi presiedono alle miniere, ai telegrafi, alla navigazione a vapore ormai estesa a tutti i fiumi, e l'imperiale Società geografica di Russia vi invia, rinnova e moltiplica le spedizioni scientifiche. Ora poi vi si fonda, a Tomsk, la nuova Università, e non sarà più Kasan l'ultima sede in oriente, consacrata nelle Russie alla scienza universale. Posso aggiungere una parola di più a prova completa della coltura in quel paese diffusa e crescente? L'Italia vi è amata e stimata. Non giunsero di là anche a me le espressioni di vivo desiderio che gli Istituti italiani, che la nostra Società in ispecie si ponga in rapporto con quelle Società ed Accademie? Le memorie gloriose di Italia vi trovano riverenza e favore; vi ha dunque culto, e vi avrà avvenire la scienza.

Non digredisco di più, e ritorno all'argomento cosmologico, per tosto con chiudere questa prima parte del mio lavoro.

La scoperta sì di recente annunciata di due satelliti di Marte, pur avendo importanza, pel calcolo più sicuro della massa di Marte, non può recare alle determinazioni delle posizioni geografiche quel vantaggio che taluno suppose. Infatti le longitudini sempre si

otterranno più agevolmente dai satelliti di Giove, e dalle distanze della luna, ora che la cognizione dei moti suoi è mirabilmente perfezionata.

Fu proposto sovente il quesito se l'ordine del sistema planetario non possa nell'infinita successione dei tempi, alterarsi e distruggersi per effetto delle perturbazioni nelle orbite. Tale quesito occupò sagacissime menti, e fra l'altre quelle di Lagrange e La Place, che calcolando le perturbazioni per lunghissimo corso di secoli, e trovato come si compensino, e ritornino dopo gran tempo le stesse, conchiusero per la stabilità del sistema. Ma nuovi pianeti si scoprono specialmente nella zona tra Marte e Giove, e sotto il rapporto delle perturbazioni e della possibilità d'alterazioni in tutto il sistema, lo studio esatto delle orbite dei piccoli pianeti acquista importanza. Il lavoro per seguire i moti normali ed anormali dei piccoli pianeti sarebbe grandissimo; ma potrebbe distribuirsi fra gli Osservatori così frequenti in Italia. Con eguale distribuzione di lavoro, stata proposta ed ottenuta da Argelander in Germania, i cataloghi stellari furono in qualche decennio perfezionati moltissimo.

Venne pure richiesto se i torrenti di calore e di luce che l'atmosfera solare ci invia possano gradatamente affievolirsi e cessare. La terra allora, fatta deserta, ubbidirebbe silenziosa alle sole leggi della gravità, e nella notte perpetua, sparirebbe ogni vita. Il problema fu discusso specialmente dopo l'applicazione dello spettroscopio allo studio della luce solare e stellare da quei fisici che riguardano la luce come un corpo speciale, e non come mero effetto di particolari agitazioni degli elementi atomistici, e l'opinione della cessazione possibile dell'elemento luminoso non fu assolutamente reietta.

Dalle considerazioni cosmologiche, il geografo passa all'esame della struttura della terra. In esso si fa compagno ad una giovane scienza, la Geologia, che, già in quasi tutto l'ambito della sua dottrina arbitraria e poetica, ora si è fatta in quasi tutto il suo cammino positiva, e si è armata di prove. Stabilita l'unica base dell'originaria ardenza e fluidità della terra, la geologia fonda la serie delle successive deduzioni sui fenomeni che avvengono adesso alla superficie della terra, e sostituendo alla breve misura degli anni quella dei secoli, anzi delle centinaia e migliaia di secoli, spiega i fatti seguiti nelle età consumate. Così all'immaginoso poema fu data la verità della storia, e si volse l'incredulità in rispetto.

L'uomo coi lavori suoi non ha penetrato a più di sette chilometri nell'interno dei monti, ed a tre soli al disotto dei piani. Osservando però attentamente la disposizione dei terreni e delle rocce superficiali, egli giunse ad avere un'idea abbastanza sicura della formazione della scorza terrestre fino a quindici o venti chilometri. Più oltre le sue idee conseguono alla teoria del calore iniziale, che, secondo le fatte esperienze, discendendo s'accresce. A poca distanza dalla superficie tutte le rocce del globo devono trovarsi in istato di torrefazione e fusione. La scorza, ossia l'involucro della terra, attualmente solidificato per uno spessore di forse duecento chilometri, ricopre adunque, e sornuota sovra immensa fornace, ove s'agitano con incomprendibile potenza tutte le forze del calore, dell'elettricità, del magnetismo e degli effetti delle affinità fisiche e chimiche ingagliardite e moltiplicate da quelle.

Col graduato disperdersi del calore incominciò il formarsi, quindi il solidificarsi, ed il crescere dello spessore della scorza terrestre; ma la spessezza della corteccia posta fra la massa incandescente e la libera atmosfera, diveniva ostacolo sempre maggiore alla rapidità del raffreddamento ulteriore. Ci sembra assioma che la dispersione del calore centrale attraverso l'involucro esterno deve continuare ancora, ma è certamente impercettibile e minima, se non basta a sciogliere le nevi al polo, che è pur tanto più vicino al centro. Questa si è anche l'opinione quasi generale dei matematici e fisici, e Fourier volle calcolarla in millesime frazioni di grado in un secolo. Ignorando le basi del suo calcolo, non lo dimostriamo di falso, ma non sottoscriviamo al medesimo, sembrandoci che il

disperdimento per quanto minimo, debba pur essere maggiore dell'indicato da Fourier; e piuttosto adottiamo, se non i calcoli vaghi pur essi, almeno le opinioni più razionali o più verosimili di Elia di Beaumont e di Arago. Conseguenza del raffreddamento è il restringersi dei corpi solidi, e molto più, di quelli che passano dallo stato vaporoso e fluido allo stato di solidità. Anche a tale proposito non mancò chi ha calcolato di quanto il diametro terrestre deve scemare di lunghezza, per ogni grado di calore perduto: noi crediamo impossibile l'esattezza, e perfino l'approssimazione del calcolo; ma il fatto del restringimento non è rinvocabile in dubbio. E poiché il medesimo non può seguire equabilmente nell'interno e nell'esterno della massa, come tutti i fisici sanno, e come ne facciamo giornaliera esperienza nelle grandi officine procurando di rendere simultaneo il raffreddarsi e restringersi della parte interna ed esterna d'una massa liquefatta, così devono risultarne caverne, differenze di pressione delle materie fluide e gazoze, movimenti della corteccia per scendere nel vuoto, spinte e contropinte, disgregazioni di strati, incurvature, ed anche elevazioni di masse serrate e sospinte da altre. Il moto prevalente però deve essere quello di abbassamento e discesa, perché corrispondenti al vuoto prodotto dal volume scemato.

Dalla causa indicata derivano gli scotimenti nell'involucro, ossia i tremuoti; da essa l'instabilità della superficie, che diligenti osservazioni manifestano elevarsi in qualche punto come in Scandinavia, ed abbassarsi in altro, come in Olanda; da essa le calde sorgenti, stante la permeabilità dei terreni, ed anche della maggior parte delle rocce, e la rapida o lenta infiltrazione delle acque.

Non crediamo però che i vulcani siano fenomeni in diretta dipendenza dal calore centrale; ma che si generino da chimiche combinazioni, accensioni e pressioni, entro l'involucro stesso, e non oltre i confini suoi. E realmente se i vulcani (che sotto mare non sono meno attivi che sopra terra, come si è veduto più volte, e lo provano le masse natanti di pomici dovunque raccolte anche nel viaggio del «Challenger») comunicassero colla fornace centrale, e gli oceani venissero al contatto con essa, ne deriverebbero catastrofi, a confronto delle quali sarebbero un nulla tutti gli spaventi dei grandi tremuoti e delle seguite eruzioni. Ma prima che si solidificasse per raffreddamento la scorza terrestre, la potenza dei tremuoti e vulcani e l'efficacia della pressione contro la superficie leggera devono essere state incomparabilmente maggiori.

La scorza terrestre consta di materie, le une dette plutoniche od ignee, perché già liquefatte dal calore: esse sono di struttura cristallina, e siccome indurarono per raffreddamento le prime, sottostanno alle altre, che si appellano nettuniane, perché elaborate nel seno delle acque, e depositate in sedimenti o strati, sui fondi plutonici, e successivamente le une sulle altre. Ma le forze elastiche centrali hanno sovente sollevato con grande violenza le rocce plutoniche, che spezzarono e sconvolsero i superiori terreni, li penetrarono, squarciarono, rovesciando materie fuse sovr'essi, ed iniettando nelle fenditure i metalli. Quindi noi troviamo metalli appunto in filoni non di rado bizzarramente irregolari, saltuari e rotti, quali dovevano necessariamente risultare dall'azione della natura convulsa, e nei lavori montanistici non può sempre presagirsi il successo, né seguire la traccia dei filoni nei ciechi labirinti dei dislocati terreni.

Gli strati di sedimento sobbalzati in tal guisa perdono la loro naturale orizzontalità, e si inclinano ad angoli varî; vedonsi perfino verticali sulla base primitiva, o seguono linee curve, ondulate: ma la disposizione lamellare dei medesimi si conserva pur sempre, e l'origine nettuniana si palesa in quei detriti, in quelle arene e melme e resti di mille specie animali e di piante, che le acque agitarono, strascinarono, confusero, per depositarle lentamente dipoi, e che l'enorme pressione, le chimiche affinità e l'azione dei secoli ha poi plasmate, compresse e foggiate in rocce d'ogni densità e figura.

La prima classificazione delle rocce plutoniche e delle acque non è d'origine moderna; ma i rapidi progressi della chimica hanno di recente mostrato che varie rocce, già credute plutoniche, devono invece ascrivere alle nettuniane, ed alcune, che furono a vicenda tormentate dall'acqua e dal fuoco, costituiscono una classe speciale.

Nelle rocce plutoniche, e nelle nettuniane più antiche, non si contengono vestigia di esseri organizzati, né nelle condizioni in cui quei terreni formaronsi, sarebbe stata possibile una vita qualsiasi. Le spoglie di esseri organizzati furono credute minerali di forme bizzarre e d'illusorie apparenze; ma poi fu forza di cedere all'evidenza del vero.

Precedono negli strati inferiori i fossili di organismi più semplici; poi negli strati superiori compaiono gli organismi più perfetti, ma di specie diverse da quelle dell'epoca attuale: succedono esseri analoghi nei caratteri alle specie viventi oggidì, e da ultimo le specie simili, e persino taluna di quelle che vivono attualmente. Le epoche della terra, ossia la serie dei tempi geologici, sono appunto determinate dalla formazione scalare degli strati, e dalla apparizione e scomparsa di infiniti esseri che differiscono nella struttura da quelli dell'epoca precedente e della successiva, benché abbiano omogeneità, e per così dire comunanze di famiglia con esseri rinvenuti negli strati medesimi in lontanissime località. E come la serie delle forme e degli organismi è appalesata dalla successione dei sedimenti o strati in cui esclusivamente si trovano, così i vari sedimenti danno indizio degli esseri fossilizzati che in essi potranno trovarsi, esistendo fra gli uni e gli altri rapporti di reciprocità.

Da ciò emerge non solo l'antichità relativa degli esseri e strati, ma quella altresì dei diversi continenti, ed il celebre dottor Alfredo Wallace lo mostrò in uno scritto degno dell'alta sua dottrina, letto nel giugno 1877, alla R. Società geografica di Londra. Emerge altresì, quali climi dominarono nelle stesse contrade in epoche varie, quali parti dei continenti furono occupate dal mare, ed elevaronsi sovr'esso, quando le acque già avevano depositato le infinite spoglie degli esseri organici che vivevano in esse.

I resti di animali marini si incontrano quasi dovunque nell'interno dei continenti, e non solo nei piani, ma a mediocri, e talvolta anche a grandi elevazioni, dando prova sicura che lungamente vi ondeggiarono i mari. Non risulta peraltro da ciò, che tutta, o quasi tutta la terra ne fosse contemporaneamente coperta: forse la proporzione delle terre e del mare non era nelle epoche geologiche maggiore d'adesso, in cui le terre ricoprono un quarto all'incirca dell'intera superficie del globo, ma le acque hanno invaso od abbandonato la terra giusta l'abbassamento o sollevamento del fondo, e la forma dei continenti e del mare ha totalmente variato ora in questa, ed ora in quella contrada, e forse più di una volta in una stessa località. Ma il figurare in carte tali alterazioni di forma dei continenti e del mare, come sovente si pratica, è ardimento soverchio, che non sappiamo lodare.

Anche le alluvioni, se giudichiamo da quanto segue nei delta dei fiumi, hanno prodotto, e certamente producono nel corso dei secoli, variazioni notevoli. Tutte le terre tendono a discendere, e le corrosioni delle acque le convogliano al mare, e qualora l'azione delle interne forze eruttive totalmente cessasse, basterebbe la violenza delle acque scendenti ad appianare in migliaia d'anni le terre. E se si considera che nemmeno la decima parte dei continenti attuali è molto elevata sul mare, e le nove parti si trovano appena ad un centinaio di metri sul suo livello, scorgiamo che di pochi piedi ne sarebbe rialzata la superficie generale del vastissimo mare. Ma nulla, fuorché i sollevamenti della scorza terrestre, spiega la presenza dei resti marini anche ad altezze di molte migliaia di piedi, e nemmeno quella dei coralli, che necessariamente dai polipi lavorati nel seno delle onde, in varî punti della Malesia orientale si vedono sporgenti di molti metri al disopra della massima marea.

Da quanto siamo andati esponendo emerge che nella paleontologia si comprende essenzialmente la storia delle rivoluzioni del globo successivamente avvenute in quei periodi di indefinita lunghezza, che videro le migliaia di generazioni di esseri sorgere e sparire, surrogate da altre che pur esse cessarono. Essa non ha tradizione, dottrina e non ha ricordi falsati, ma ha i suoi documenti e le irrecusabili prove, nell'immenso medagliere dei fossili. Come l'archeologia civile scrutando nelle monete, nelle terme, nei cippi, nei circhi, ricompono la storia delle umane società che perirono e le forme degli edifici crollati; la paleontologia risale coll'ispezione dei fossili, le centinaia e le migliaia di secoli, rivelando le vicende che prepararono all'uomo l'attuale sua sede. Arduo però è lo studio della paleontologia per lo stato imperfetto in cui i fossili quasi sempre si trovano, pel numero prodigioso delle specie di essi, per l'impossibilità di coordinare le serie bene spesso interrotte, e di ricostituire fedelmente con soli frammenti le forme degli esseri che lapidefatti, od in mere impronte rinvengonsi, e di riconoscere in mancanza di regolari cognizioni e trapassi, i salti o lacune fra le specie di meno lontani caratteri. Ma la paleontologia in accordo colla mineralogia è indefessa a classificare i sedimenti e gli organismi, ed è ben grande il cammino che fece nello schierarci la successione infinita degli esseri, e la prodigiosa varietà delle forme che furono. Ogni idea, ogni cifra sarebbe ineguale al numero loro, e l'esagerare non sarebbe possibile. Vi furono esseri d'organizzazione perfetta che solo i più forti microscopi distinguono: per essi il calice d'un fiore era un regno, e la goccia di acqua un lago. Or bene, le loro spoglie compongono intieri strati di terra, e vaste catene di monti. Vi sono letti di migliaia di miglia formati totalmente di spoglie di Foraminifere: il fondo dell'Atlantico su mille miglia di longitudine e seicento di latitudine non è che una massa di esseri che hanno vissuto; le piramidi d'Egitto, la pietra di cui è costrutta Parigi, sono reliquie di animali estinti, ed i trecento milioni di tonnellate di carbone che scavansi annualmente in alcuni punti soltanto d'Europa e d'America provengono dalle foreste che in uno dei tempi geologici hanno ingombrato la terra.

Comparando la fauna e la flora degli esseri che vivono nelle antiche regioni oggidì, colle specie più antiche degli animali e vegetali che vi hanno un giorno vissuto, risulta che il clima presso il cerchio polare, ed anche oltre il medesimo, era una volta temperato, tropicale, ed anche equatoriale. All'incontro nei paesi nostri, ai Tropici ed all'Equatore, vi sono nelle vaste morene e nei blocchi erratici le prove che i ghiacciai discesero una volta fin dove s'allargano le attuali pianure. Irkutsk è prossima al polo frigorifico del nord, ed il mercurio vi rimane allo stato solido in ciascun anno, per un mese, e talvolta per due; ma noi sappiamo per mille esperienze, che né il calore del sole, né il freddo penetrano nella superficie del terreno più d'alcuni piedi. Eppure ad Irkutsk si scavò un pozzo fino a 380 piedi di profondità, e si trovò il terreno costantemente gelato. L'evidenza di sì grande alterazione di climi, e la presenza del ghiaccio a tale profondità, ha molto affaticato gli ingegni, e furono prodotte ipotesi licenziose e strane. Pare però, che da quanto fu detto più sopra, si ottenga una spiegazione ammissibile. Il raffreddamento del globo doveva dapprima seguire nelle contrade lontane dai raggi diretti del sole e Buffon nel dotto, quanto lirico suo libro sulle *Epoche della Natura*, lo ha appunto indicato. Ivi dunque, e non all'Equatore, e non a basse latitudini, doveva rendersi possibile lo sviluppo delle condizioni di vegetazione e di vita. Ciò posto, tutte le zone, incominciando dalle polari devono successivamente aver avuto il clima equatoriale. Del fenomeno glaciale poi, anche del siberiano or ora accennato, si ha ragione nei sollevamenti e depressioni rapide o lente dei terreni sobbalzati dianzi fino alle linee delle nevi e dei geli. Restano così escluse le arbitrarie allegazioni di variazioni avvenute nell'asse terrestre, che nessuna prova od induzione conferma. L'effetto poi della nutazione è sì piccolo, da non poter

avere sensibile influenza sul clima, e la precessione può averne alcuna, ma limitata alla zona equatoriale, e quasi nulla altrove.

Seguono in molte opere altre considerazioni sui fenomeni polari, sulla possibilità di un mare libero presso i poli, sull'origine dei ghiacciai, e la loro somiglianza a solidi fiumi per la pressione e l'erosione che esercitano sul fondo ed ai fianchi, e per le materie che trasportano nel loro movimento di velocità ineguale alla superficie ed al centro, nel mezzo della superficie ed ai lati, e per la diversità d'ampiezza delle sezioni del letto. I geografi però sogliono abbandonare quelle trattazioni ai fisici, ed esaminano piuttosto il distacco dei monti di ghiaccio e loro discesa a diverse latitudini nei due emisferi, e le conseguenze derivanti nella temperatura del litorale, nei continenti e nel mare.

I *fiordi*, ossia quelle frangie ed addentellature parallele, che per lo più si addentrano di lungo tratto perpendicolarmente alla direzione normale della costa, hanno acque profonde, e fendono larghi altipiani verticali sovr'essi, hanno pur richiamato l'attenzione per tali loro caratteri, pel non trovarsi se non a latitudini elevate, e l'essere così in Norvegia come in Iscozia, in Irlanda, in Groenlandia, nella Colombia Britannica in Patagonia, ed alla Nuova Zelanda sempre rivolti a ponente. Chi considera i *fiordi* siccome erosioni d'antichi ghiacciai, e chi li credette cristallizzazioni plutoniche, masse basaltiche e lave. La prima opinione non consta aver avuto finora sufficiente appoggio di studi, e la seconda non è sostenibile, perché i fiordi si incontrano egualmente nei terreni di qualsivoglia formazione. Peschel nella *Morfologia della terra* scorge vestigia od avanzi dei *fiordi* anche nell'interno dei continenti; suppone infatti che i laghi interni, quelli p. e. di Lombardia e vari di Siberia, che scendono profondi sotto il livello del mare, siano antichi *fiordi* marittimi, e consiglia di studiarne i sedimenti del fondo, e di paragonarne i fossili, e le specie tuttora viventi colla passata e la presente fauna dei mari vicini. Molto si scrisse su tali argomenti, e quanto ai laghi italiani, più si scrisse, mi pare, all'estero che non in Italia; fluttua però tuttora incerta, e mal sicura la scienza.

I metodi matematici per la formazione delle carte terrestri sono applicabili anche agli stretti e canali, e così pure agli arcipelaghi, dove la posizione dei segnali è agevole, ma non sono applicabili al vasto mare. All'appoggio però del sestante e del cronometro e delle tavole astronomiche mirabilmente perfezionate, l'idrografia in pochi decenni ha progredito pur essa non meno della topografia, e ciò ad utilità così della nautica, come della scienza. Fin oltre la metà del secolo scorso, le carte nautiche mancavano perfino pei mari d'Europa, od erano sommamente imperfette. Quanto agli altri continenti, le carte marittime pullulavano di errori speciali, ed a questi, si aggiungevano errori generali, perché le longitudini solevano desumersi da un primo meridiano erroneo pur esso, che era segnato pei capiluoghi di colonie fondate secoli prima, e situate le cento, o mille leghe lontano. La nostra età ha riparato a tanta confusione, e tolte o scemate quasi dovunque le cause d'errore. Si intrapresero in gran numero viaggi di studi idrografici: intere squadre di idrografi percorsero le cote, le isole, gli estuari, i mari: almeno diecimila nuove carte si rilevarono, e molte migliaia si corressero: milioni di scandagli gettaronsi, segnali si posero, fari si eressero, e dove l'oro o la scienza degli abitatori alla costa non bastava allo scopo, si incominciò a supplire all'altrui incapacità, impotenza od inerzia, mediante concetti fra le nazioni civili. Così migliorossi, e si migliora ogni dì per la nautica l'idrografia dei mari. Ma non è a tacere, che i nostri idrografi furono troppo facili a cancellare dalle carte moderne e banchi e scogli sovente insidiosi, subacquei, indicati in antichi portolani, e non caduti nelle loro linee di visione e scandaglio, e l'ammiraglio Smyth, nella stimabile sua opera del mare mediterraneo, ha fatto opportunissimo cenno di grandi disastri, i quali in pochi anni colpirono l'inglese marina da guerra per la reale esistenza di pericoli non più avvertiti nelle carte moderne. Qualunque poi

sia il merito di un lavoro idrografico, esso ha pur sempre bisogno di essere riveduto e corretto ad intervalli di tempo tanto più brevi se la spiaggia è sottile, e sono potenti le cause d'alterazione dei fondi, e di cangiamenti nell'aspetto del litorale adiacente. Tutti, p. e., i buoni lavori idrografici eseguiti in questo stesso secolo lungo le coste britanniche, e nel mare del nord si dovettero già rinnovare, o si rinnovano adesso, ed in più luoghi le seguite alterazioni si trovano grandi. Conforme esperienza si fa attualmente nelle acque italiane.

Paragonando l'esattezza relativa dei lavori idrografici eseguiti alle proprie coste da ufficiali nazionali, e degli eseguiti da ufficiali stranieri, risulta in generale che quelle sono d'uso più sicuro che non queste, perché gli idrografi locali, meglio che i forestieri, vengono a facile contatto, e ricevono informazioni ed indizi dagli esperti abitatori di costa.

E qui digredirò un istante. Per la marina italiana io ho sempre nutrito, e voi lo sapete, un'affezione assai viva. Rammentava il passato, e sembravami che senza di essa, anche attualmente Italia non fosse. Forse la causa dell'inerzia non era totalmente riposta nella stessa marina, ma nello sfortunato concorso di circostanze estranee. Non parendomi però in allora che la marina aspirasse, e si preparasse alla gloria, io ne era in sommo grado dolente, e per alcuni anni in una serie di scritti irrequieti e sdegnosi, io l'ho colpita di forti rimproveri. Volontieri avrei lasciato ad altri l'ingratissimo ufficio di frugar nelle spine; ma perché non altra voce levavasi, volli che almeno si udissero le querimonie da me. Che giovava che si dessero ricompense d'onore a Dallas Bache per le carte americane, ed a capitani francesi per quelle delle coste d'Abissinia e Marocco, se stavamo appiattati nei porti, se per le coste del Veneto, prontamente alterate dalle enormi alluvioni, e per quelle di Sicilia sobbalzate sovente da forze vulcaniche, usavamo carte antiche di cinquant'anni, ed in parte straniere? Che giovava che mandassimo anche con annunciatore intendimento di studi, un eccellente capitano in Senegambia e Guinea (Galli della Mantica), se non veniva fornito di mezzi necessari allo scopo, e se allo zelo spontaneo, ed ai generosi sacrifici di un illustre privato (Alberto Lamarmora) abbandonavamo l'ufficio di far conoscere al mondo, ed a noi, le coste e l'interno della nostra Sardegna?

Levai quindi un lamento: era a coscienza con me; ma io non aveva mal fiele contro di alcuno, e quando chi allora presiedeva alla R. marina ha creduto che l'avessi, risposi soltanto: «Signore, abbiate misericordia di lui, e ricevetelo nel vostro regno».

Ma ora le cose in meglio mutarono. L'idrografia dell'Adriatico, che sotto il rapporto scientifico ci era meno nota di quella dell'Oceano, fu compiutamente studiata da noi di concerto cogli Austro-Ungari, non solo per le esigenze della nautica, ma nell'intero dominio delle scienze naturali, e con tali metodi e diligenza di cure, che pochi lavori inglesi, americani, francesi e tedeschi in altri mari eseguiti, a questo lavoro si agguagliano. La R. marina da sola ha poi proseguito ed ultimato gli studi con eguale esattezza e vastità di esami e nautici e scientifici nell'Jonio italiano, ed ora li continua nel Tirreno, preparata ad eseguirli, ed ultimarli in Sicilia e Sardegna. E poichè erasi riconosciuto non essere senza rilevanti imperfezioni la stessa carta di Sardegna, né lo Stato Maggiore dell'esercito, impedito da altre occupazioni, poteva per ora rinnovare la triangolazione dell'isola, la R. marina si assunse di eseguire cogli ufficiali suoi anche questo lavoro preliminare a quello dell'idrografia costiera. Così ha eliminato il ritardo, e rimosso ad un tempo le molte difficoltà se non tecniche, almeno amministrative, che sempre si incontrano quando si hanno a collegare i lavori fatti o da farsi da due Corpi distinti.

La R. bandiera sventolò con onore anche alla Nuova Guinea, in Patagonia, al Giappone ed alcuni nobili studi eseguiti colà dimostrano che la R. marina brama di parimenti concorrere ai lavori di idrografia generale. I fari ed i semafori moltiplicati su tutte le spiagge, la suppellettile scientifica, che quasi totalmente mancava, ora in molta parte

acquistata, ed ancor più gli ingegnosi istromenti per osservazioni accuratissime inventati dai nostri ufficiali, le opere di marina pubblicate, i naturalisti ammessi più volte a compagni nei viaggi remoti, le pubblicazioni eseguite, la visita alle colonie italiane ed ai nuovi stabilimenti navali ovunque situati in Europa o fuori, tutto manifesta che il periodo di languidezza cessò. Che altro desiderai? Posso di nuovo elevare lamento? No: di gran cuore esulto: e se mi stimassi da tanto, porrei la corona sui rostri della Marina italiana.

Ma rientriamo in cammino. Forse non vi ha studio che al pari di quello della marina adeschi ed attragga nell'ambito indefinito di tutte le fisiche scienze. Colla nautica infatti, e coll'idrografia particolarmente avanzarono di comune impulso e bisogno anche l'idrostatica e la meteorologia. Dampier nei grandi viaggi suoi aveva prestato meglio che i predecessori perspicace attenzione ai fenomeni naturali in ogni contrada equinoziale, e prodotto le prime idee dei venti costanti e dei periodici, e l'olandese Vanerio, degno de' suoi grandi connazionali, Mercatore ed Ortelio, le svolgeva teoricamente, ed ampliava in un'opera, che fu glorificata dalla lode e dalla assistenza di Newton. Hadley poco dopo aggiunse come causa compagna a tale fenomeno di venti e correnti anche la diurna rivoluzione della terra sul suo asse. Rennel confermò con ricca messe di fatti l'opinione di Vanerio; ma Maury, ed i seguaci suoi, ammisero l'efficacia simultanea della temperatura e della rotazione.

Gli studî già limitati agli alisei, alla corrente del golfo ed ai monsoni, si estesero in questo secolo ai moti giratori e traslatori degli uragani nelle Antille e nel mare indiano e cinese, ed ai venti predominanti nelle temperate e fredde regioni; ed i fisici, come i geografi, si affannarono per indurre tutti questi fenomeni ad una sola legge generale di circolazione atmosferica ed oceanica. Non tutti i fatti però vennero a conferma della vagheggiata unità di teoria: fu forza di convincersi che si erano afferrate alcune leggi, ma non l'intero di esse: e non si trovò, né ancora si trova appagante spiegazione, perché esista all'equatore, o poco lungi da esso, una zona di calme e di venti variabili ed anche contrari, fra i -due alisei, il che è quanto dire appunto colà dove la potenza traslativa delle correnti acqua ed atmosferica dovrebbe essere teoricamente la massima. Similmente non si spiegò la causa delle controcorrenti equinoziali nell'Atlantico e nel Pacifico, e l'eminente idrografo Findlay dimostrò non potersi ammettere che dall'angusta e non profonda sezione del canale della Florida si versi nell'Atlantico quella massa enorme di acque che chiamiamo Corrente del golfo, la quale, anche dopo l'incontro della fredda corrente discendente dalla Groenlandia e dal Labrador, tanto conserva del calore iniziale da essere riconosciuta mille leghe lontano alle coste britanniche, a Capo Nord, ed ancora più oltre. Allorché Findlay levossi contro la credenza generale della causa della Corrente del golfo, incontrò nella R. Società di Londra aperta opposizione; non furono però dimostrati di falso gli argomenti suoi, e noi che ci accostammo già in quel tempo a Findlay, non abbiamo negli anni che decorsero altro motivo a contrasto se non l'indubitata esistenza di un fatto, che forse si genera da varie cause concorrenti, non ancora scoperte.

Cercando nella lotta delle teorie diverse almeno la soluzione di positiva e di grande utilità per la nautica, venne Maury nel felice pensiero di studiare la direzione dei venti e delle correnti nell'Atlantico, non più argomentandola da alcuna preconcepita teoria, bensì dalla rapidità comparativa dei viaggi eseguiti dalle navi in ciascun mese dell'anno lungo linee diverse. Fu enorme fatica: al lavoro analitico, molti Stati concorsero, ed io già nel 1863 amaramente mi dolsi che l'Italia non partecipasse ai medesimi. Ne risultò la cognizione meglio precisa e provata dei venti, e l'immediato vantaggio che la durata dei viaggi a vela nell'Atlantico fu abbreviata d'un quarto. Gli studî si estesero poi ad altri mari, e si continuano alacremenente adesso a Londra, ad Utrecht, ad Amburgo, e la sola materiale

utilità dell'aver abbreviato la durata delle navigazioni all'America, all'Australia, alla Malesia, alla China in andata e ritorno, rappresenta annualmente un risparmio di molti milioni di talleri.

Intanto sorse una dottrina dei movimenti oceanici, giusta la quale essi dipenderebbero, non altrimenti che gli atmosferici, da una sola e medesima causa di natura termale, e produttiva di una circolazione universale e continua. Se ne considera autore Carpenter, perché se è vero che opinioni conformi erano state prodotte ad intervalli anche prima di lui, fu Carpenter che le raccolse, condensò a sistema, e le invigorì di argomentazioni e di prove. Le acque salse, osserva Carpenter, a differenza delle dolci, hanno il massimo di densità, o vogliam dire di gravità, coincidente col punto di congelazione. Le acque polari raffreddate alla superficie scendono di moto verticale al fondo, spostano colla maggiore loro pressione quelle dei climi più temperati, e raggiungono i tropici e l'equatore. Ivi si riscaldano, e discorrono alle regioni temperate ed ai poli, ristabilendo così il rotto equilibrio idrostatico; poi di nuovo col raffreddamento ricadono, e ritornano all'equatore con moto di incessante circolazione. Vi sono dunque, secondo Carpenter, per causa termica in ciascun emisfero, due correnti, l'una fredda fluente dal polo all'equatore, e l'altra calda fluente dall'equatore al polo, e ciascuna delle due correnti è continua, perché la superiore e l'inferiore rientrano, e si confondono l'una nell'altra nei punti estremi, ossia all'equatore ed ai poli. La scala termometrica, e così pure la densità delle acque, degrada in ogni luogo in rapporto colla crescente profondità. Queste fiumane costanti non soffrono se non i rigurgiti delle ineguaglianze del fondo, delle perturbazioni dei venti, e delle maree alla superficie del mare. La diffusione poi della vita vegetale ed animale essendo dipendente e soggetta alla influenza primaria della temperatura si uniforma alle zone di profondità e di decrescente temperie.

Tale si è nel suo più breve concetto la dottrina di Carpenter. Importava però di porre fuori d'ogni contrasto la base, ossia: di stabilire contro la possibilità d'eccezione, che le acque, anche nelle massime profondità, si disponessero nell'ordine di temperatura decrescente, il che è quanto dire nell'ordine di gravità. Ciò verificato, le deduzioni risulterebbero tutte, o quasi tutte, da assiomi di fisica e da leggi di statica.

Nell'Inghilterra però l'intelligenza è diffusa, operosa e nobile, l'influenza delle persone d'alta dottrina è potente, ed i mezzi d'azione son grandi. Si intrapresero dapprima (1868-69) col «Lampo», collo «Sparvier» e coll'«Istrice» escursioni minori, poi si allestì (1871) il «Challenger» per questo scopo primario, ed in generale per ogni studio di geografia del mare, ed un'intera accademia coi migliori istromenti posti nelle mani migliori, fece in tre anni e mezzo il giro del globo.

Si percorsero oltre 68.000 miglia marittime, si attraversò cinque volte l'Atlantico, si navigarono le acque di Malesia e del Grande Oceano, e si penetrò nel mare australe fino al di là del cerchio polare. Si usarono anche scandagli a lancia dentata per conoscere il fondo oltre i primi sedimenti, le reti e le matasse di raschiatura, i cilindri a doppia valvola per conservazione d'acqua raccolta sul fondo, ed i termometri che ingegnosamente protetti contro lo spezzamento o la contrazione del bulbo, si capovolgono da sé al primo sforzo d'alzarli, e portano inalterata alla superficie l'indicazione del grado che segnavano negli abissi. Così si ottennero dai baratri i saggi dei sedimenti e delle acque, le spoglie degli esseri estinti, e gli animali tuttora viventi, e si ebbero in copia le indicazioni di temperatura. Ma è danno che nel viaggio del «Challenger», e poscia nella surriferita idrografia dell'Adriatico, si trovò impossibile di usar a bordo l'apparato termo-elettrico di Siemens, che trasmetterebbe all'istante non la sola indicazione della temperatura nell'abisso ove il termometro scese, ma la scala completa di tutte le temperature per le quali passò. I movimenti anche minimi della nave rendono infatti impossibile la lettura

delle indicazioni riflesse nello specchio: l'apparecchio di Siemens è dunque inapplicabile a bordo, ed ogni altro tentativo fatto per valersi a grandi profondità di termometri scriventi da sé finora fu vano.

La massima profondità venne scandagliata dal «Challenger» nell'Atlantico boreale, e si trovò di 27.000 piedi: fu di 23.500 nel nord del Pacifico, di 20.000 fra i gruppi delle isole di corallo in quel mare, e di soli 17.500 nell'Oceano australe. Questi scandagli di profondità, e la valutazione certamente imperfetta, ma pure indicativa dell'estensione comparativa delle aree occupate dalle acque alte e dalle basse negli emisferi al nord ed al sud dell'equatore, possono forse risolvere, od almeno approssimare la soluzione di un problema assai discusso dai matematici nel secolo scorso, quello cioè dell'equilibrio della massa dei due emisferi, e quindi dell'azione equipollente delle forze attrattive. Pareva infatti che per la conservazione inalterata del piano equatoriale, e della verticalità dell'asse terrestre al piano medesimo, fosse necessaria l'esistenza di un vasto continente australe, che bilanciassero la quantità delle terre nel nord. La seconda spedizione di Cook fu appunto inviata allo scopo primario di verificare se esistesse o no un vasto continente nel sud. Si trovò che fino ad alta latitudine certamente non v'era; parve quindi crescere la difficoltà del problema, e per risolverlo si ricorse ad arcana ragione, ossia ad altra supposizione indemonstrabile: si ritenne cioè che la densità della massa terrestre fosse maggiore nel sud, e compensasse così l'estensione delle terre emergenti dal mare nel nord. Ma il risultato dei moderni scandagli potrebbe guidare ad altra spiegazione meno arbitraria del problema in discorso, e l'eccedenza delle terre nel nord bilanciarsi col rialzo maggiore del letto oceanico australe, ove non si trovarono quelle aree di migliaia di miglia d'estreme profondità di acque, che furono trovate nell'emisfero boreale.

Nel rilevare la vastità delle pianure oceaniche, la direzione delle valli e delle catene subacquee, la sorprendente altezza verticale sul fondo del mare di isole, che si ergono fra l'Europa e l'America molte migliaia di piedi al disopra del suo livello, si riconobbe altresì che varie regioni, per rialzi, barriere, o catene, rassombrano a cavità o crateri che a certa profondità sono separati dal libero mare; così che le inferiori correnti oceaniche devono trovare impedito l'accesso a quei baratri interni di massima profondità. Anche in quelle cavità, la scala delle temperature segue la legge generale, ma non essendo le medesime accessibili alle inferiori correnti, la temperatura e la biologia vi differiscono dalle esistenti nel mare, che da vicino le accerchia.

In tali condizioni appunto di quasi isolamento, trovansi molti mari e *fiordi*, il mare di Okhotsk p. e. che non comunica col Grande Oceano se non pei poco profondi intervalli che spezzano la catena delle Kurili, e così pure il Mediterraneo ed il mar Rosso. Entrambi costituiscono regioni speciali termo-marittime, e quindi anche biologiche, perché le loro acque sono in gran parte della loro sezione d'altezza prive di comunicazione coll'Oceano. Fra Gibilterra e Ceuta troviamo bensì 3.000 piedi di fondo, ma poco a ponente, fra Capo Trafalgar cioè e Capo Spartel, lo scandaglio non ne segna che 700 su quasi tutta la linea, in pochissimi e brevi tratti ne indica 1.000, ed oltre 1.200 non mai. Da entrambi i lati di questo argine, che potremmo chiamare partiacqua marittimo, le acque prontamente precipitano a dieci e quindici mila piedi nell'Atlantico, e ad otto mila nel bacino occidentale del Mediterraneo. Ma anche il Mediterraneo di ponente è separato dal bacino orientale, che giunge a dodici e quindici mila piedi di profondità: giacché la Sicilia è divisa dall'Africa dalle acque poco profonde del Canale di Barberia e dallo Stretto di Messina, ove a 350 piedi all'incirca esiste fra l'isola e l'Italia una specie di diga subacquea di poca larghezza, ai due lati della quale il fondo tosto precipita e si inabissa. Così le acque superficiali dell'Atlantico, e non le inferiori, possono penetrare nel primo bacino del Mediterraneo, e da questo al secondo. È lo stesso del mar Rosso,

che ha bensì in più punti tre, ed anche quattro mila piedi di profondità, ma allo Stretto di Bab-el-Mandeb è assai basso. Le acque freddissime e prossime al punto di congelazione, che anche in equatore si incontrano ovunque nei grandi fondi oceanici, non entrano dunque nel Mediterraneo o nel mar Rosso, e quindi nell'uno e nell'altro non vi si incontrano temperature sì basse come nei grandi fondi dell'Oceano o dell'Atlantico, ma solo le temperature minime che, giusta le latitudini e le altre condizioni termiche, offronsi nella stagione iemale alla superficie di quei mari. Anzi le acque atlantiche ed indiane essendo meno salse, e quindi meno gravi delle mediterranee, e di quelle del mar Rosso, vi sornuotano alcun tempo prima di confondersi, o di ridursi per effetto d'evaporazione alla salsedine e densità delle altre, e quindi non comunicano prontamente ad esse nemmeno quel raffreddamento, che sarebbe proprio della temperatura loro, generalmente più fredda anche alla superficie, che non l'ordinaria delle acque superiori nell'Eritreo e nel Mediterraneo.

La suddetta mancanza di glaciali temperature nei grandi fondi del Mediterraneo e del mar Rosso è provata cogli scandagli termometrici dai fisici; ma se ne avvedono anche i telegrafisti, non trovando nei fili calati in questi due mari sul fondo la stessa potenza conduttrice, che sperimentano in essi nell'Atlantico e nel Pacifico, il che, avviene appunto perché lo strato inferiore è men freddo che non in altri mari di eguale profondità, ed è noto che la potenza conduttrice dei fili si accresce col freddo, e scema col caldo.

Quanto al mar Nero, che nell'est e nel sud ha pure profondità considerabili, esso non fu finora scientificamente esplorato; anzi la sua stessa idrografia non fu completamente assunta, ed è a desiderare che, ritornata la pace, i relativi lavori vengano in quel mare eseguiti dai Russi colla esattezza con cui si fanno dai Prussiani nel Baltico.

Le osservazioni del «Challenger» hanno riformato le idee che avevansi sulla temperatura inferiore del mare. Essa non era creduta se non di 39° a 40° di Fahrenheit. Infatti Dumont d'Urville e James Ross, calando i loro termometri anche a grande profondità, vedevano bensì rapidamente abbassare il mercurio, ma farsi stazionario o quasi stazionario dipoi fino all'indicazione all'incirca, che corrisponde alla massima densità, ossia al massimo peso delle acque dolci, le quali, se si raffreddano qualche grado di più, si dilatano prima di congelare. Non ritenevasi quindi che più oltre avrebbe potuto trovarsi, né uno strato di liquide acque più fredde, né ghiaccio, perché le leggi della statica le avrebbero sollevate sulle più dense. Anche Giovanni Herschel credette adunque che la minima temperatura delle acque inferiori dell'Oceano fosse di 39° Fahrenheit all'incirca. Le osservazioni di temperature più basse, che di quando in quando facevansi, erano neglette o riputate inesatte: non colcolavasi che la pressione crescente sul bulbo indifeso dei termometri dovea, col restringerle il volume, per lo meno aumentare le indicazioni nel tubo, di quanto avrebbero avuto a discendere per la temperatura scemata, e ponevasi in oblio la bella scoperta di Marcet, che nelle acque di mare non trova applicazione la legge che il *maximum* di densità non è identico col punto di congelazione; ma che le acque di mare o salse hanno precisamente il massimo peso specifico all'atto della congelazione, che nondimeno può essere ritardata essa pure, come lo provano le esperienze di Thomson, dalla perfetta quiete e dalla grande pressione.

La temperatura più bassa trovata nei grandi fondi dal «Challenger» fu infatti di molto inferiore alla già annunciata, ossia si trovò di soli 31° Fahrenheit. Diedero il risultato medesimo le osservazioni poco dopo eseguite negli stessi mari dalla fregata degli Stati Uniti la «Tuscarora» e dalla nave prussiana «La Gazzella».

Rimaneva però ad esplorarsi la condizione termale dei mari polari, non avendo il «Challenger» se non toccato di breve corso l'antartico, e non essendo entrato nell'artico: dovevano dunque riconoscersi all'origine le due correnti glaciali, che spandonsi poi sul

letto di tutto l'Oceano. L'ultima spedizione artica inglese condotta da Nares, che aveva dapprima avuto il comando del «Challenger», ebbe infatti fra le altre istruzioni primarie il riconoscimento della temperatura nelle acque polari, e la trovò di 28° Fahrenheit, così scandagliando nelle acque libere, come forando gli antichissimi ghiacci, e calando per l'imbuto i termometri al fondo. Queste osservazioni corrisposero alle altrove eseguite nell'artico mare con eguale diligenza da Weyprecht, da Nordenskiöld, e dai Norvegiani nella loro recente esplorazione di fondi da otto a dodici mila piedi nell'Atlantico boreale, e valsero a conferma di altre già da gran tempo eseguite nel mare di Okhotsk da Horner con Krusenstern, e da Sabine alle coste orientali di Groenlandia. Sopravvennero nuove indicazioni di temperature artiche perfino di 25° e di 22° Fahrenheit, che sarebbero osservate anche a poca profondità; ma davvero si può essere scettici circa la precisione di tali osservazioni, non comprendendosi come acque sì fredde conservino lo stato di liquidità.

L'artico mare è chiuso da terre per circa tre quarti del suo perimetro: non ha vaste aperture se non verso l'Atlantico, la prima delle quali situata a levante della Groenlandia, e d'estensione ignota nel nord, fu trovata in qualche punto avere dei baratri che sembrano aumentare di profondità verso il polo, e l'altra posta fra la Nuova Zembla e l'Arcipelago *Francesco Giuseppe*, che offre fondi minori. Pare poi che l'intero spazio fra il detto Arcipelago e lo Spitzberg sia costituito da terre continue di irregolari sporgenze. Basterebbe adunque qualche sollevamento della crosta terrestre in alcune parti del mare artico a quasi precludere nell'Atlantico, ed a precludere affatto nel Pacifico la comunicazione fra i mari, ed a variare così la temperatura, e di conseguenza la biologia. Ma se le correnti artiche discendenti sono in parte ostruite, le antartiche sono libere, ed a ciò deve che nelle temperature oceaniche sperimentate dal «Challenger» non si verifica che le fredde correnti si incontrino precisamente all'equatore, ma l'australe prevale sulla boreale, ed invade di qualche grado nel nord.

È poi ovvio che nel moto degli agenti atmosferici e delle maree, e per le inflessioni ed irregolarità dei fondi, le due correnti glaciali devono perdere alcun poco della loro fredda temperatura d'origine; e quindi nelle zone temperate, o nella torrida non si trovano, anche nei massimi fondi, quelle estreme temperature di 28° Fahrenheit. Le acque dei mari glaciali necessariamente si fredda anche alla superficie, muovonsi pel loro peso, così superiormente, come sul fondo, verso i climi temperati: le superiori vi trasportano immense masse di ghiacci, ma dopo il cammino di un migliaio di miglia partecipano al calore del clima e delle acque accorrenti ad occuparne il luogo per ristabilire l'equilibrio statico: così si disperdono, e cessano. Le acque inferiori invece, non disturbate che dalle ineguaglianze del fondo, prosiegua il loro cammino verso l'equatore, solo perdendo qualche grado della primitiva temperie.

Riflettendo come la corrente polare artica si manifesti alla costa orientale di Groenlandia sì forte e costante, noi non sappiamo aderire all'opinione prodotta, che quella costa si prolunghi al polo, e forse più oltre; crediamo invece che cessi, ed il mare di Hall comunichi coll'Atlantico per largo canale fra la stessa Groenlandia, ed altre terre, che scoprivansi dagli ufficiali di Nares lontano nel nord. All'opinione invece che temporanee barriere di ghiaccio anche d'estensione grandissima possano formarsi e sparire per casuale aderenza di monti di ghiaccio a punti sporgenti del suolo sottomarino, sottoscriviamo noi pure, essendovi monti di ghiaccio che s'alzano talmente sulle onde, che la loro immersione non può essere minore di cinque a seicento piedi, e quindi toccano forse ed aderiscono al fondo, che l'enorme pericolo della loro vicinanza vieta d'accuratamente scandagliare e conoscere.

Nessuno dirà che le grandi profondità marittime scandagliate dal «Challenger», dalla

«Tuscarora», dalla «Gazzella» ecc. siano le massime che esistano in mare: certamente vi possono essere fondi più bassi, e probabilmente vi sono. Ma già abbiamo acquistato tale conoscenza dello stato generale dei fondi, da non ammettere agevolmente che siano per ritrovarsi profondità di molto maggiori delle già rinvenute. È vero che si lesse di scandagli eseguiti circa mezzo secolo fa anche a 40,000 di piedi; ma poca, anzi nessuna confidenza deve porsi in essi. Gli antichi scandagli, di facile galleggiamento e trasporto, non erano sicuri come i moderni che presentano moltissima forza a sostenere il peso, ma non offrono quasi resistenza alle onde, e bene eseguiti in tempo tranquillo, scendono verticali nel mare.

La totalità delle eseguite operazioni dimostra che, anche fatta astrazione dalle regioni assolutamente polari, vi è nel mare uno spazio pressoché doppio dell'area totale dei continenti, dove domina una temperatura glaciale o quasi glaciale. Dovunque però, lungo l'intera scala termometrica delle profondità oceaniche, noi troviamo la vita. Dovunque troviamo gli organismi, talora complicati, talora eleganti di forme e vivaci in colori, esercenti l'inesplicata virtù di assimilarsi, elaborare, tramutare le apparenze delle sostanze introsperte nelle acque, e gli elementi delle acque, che alfine depongono sul fondo i propri resti, formando così nella vita e nella morte, nella produzione, nelle metamorfosi e nella decadenza, nuovi strati, nuove rocce, e nuove sostanze.

La più semplice meditazione sui fenomeni naturali basterebbe a convincerci che la salsedine delle acque, e quindi il loro peso specifico non può essere in tutti i mari l'eguale, ma deve crescere colla quantità delle acque che passano allo stato di vapore o di ghiaccio, ed invece scemare in ragione delle piogge, del disgelo e delle influenze dei fiumi. Importava però di avere le prove esatte della distribuzione del sale nelle diverse regioni dell'oceano, e di conoscerne il peso specifico non alla sola superficie, ma alle varie profondità. Anche tali esperienze si fecero dai chimici del «Challenger», poi dai Tedeschi, dagli Svedesi e dai Norvegesi su migliaia di saggi di acque raccolte in differenti luoghi e profondità, e comparati al massimo di densità dell'acqua distillata a 60° di Fahrenheit. Questa ricchezza di dati di fatto sicuri o prossimi alla vera esattezza, che sono in colleganza colle teorie della temperatura e delle correnti, gioveranno, speriamo, alla migliore conoscenza delle leggi che governano questi fenomeni consociati, e probabilmente porteranno luce anche sugli studi biologici, fornendo elementi a comprendere le metamorfosi di sostanze, che incessantemente preparansi nell'immenso laboratorio del mare. Ma finora non abbiamo che una importante congerie di fatti: non solo mancano le deduzioni, ma non è chiarita nemmeno l'azione proporzionale delle cause inducenti nei mari diversi, ed a profondità differenti, varietà di salsedine. Perché il Mediterraneo è più salso dell'Atlantico? Perché l'Atlantico è più salso del Pacifico, e perché sì l'uno che l'altro lo sono di più nella parte boreale che nell'australe, più nell'ovest che nell'est? Perché la densità di salsedine, dopo certa profondità, si scosta dalla legge della crescente densità delle acque? Ardui, e tuttora inesplorati problemi son questi.

Ma è tuttora avvolto in gran parte in mistero anche il fenomeno delle maree, che è tanto principale nella pratica e scientifica geografia dei mari. La loro teoria, studiata fin dall'età più remota, ha esercitato in ogni tempo i matematici più valenti, ma è tuttora incompleta.

Vi fu chi attribuì questo fenomeno alla rotazione terrestre, ossia alla forza centrifuga, e tale opinione, anche accennata nei dialoghi di Galileo, ripullula ancora, considerando alcuni come unica causa del fenomeno, ed altri come causa concomitante dell'attrazione lunare e solare. E nondimeno è opinione che non ci sembra ammissibile. La forza centrifuga, se da questa, ossia dalla rotazione terrestre, dipendesse il fenomeno delle maree, sarebbe una forza immensa, prevalente su tutte, non eccettuata l'attrazione luna-

re e solare. E quale potenza distruttiva eserciterebbero le masse oceaniche lanciate colla velocità di mille miglia all'ora, se tanta ne hanno gli uragani in proporzione sì lenti e leggeri! V'ha poi contro tale ipotesi, l'eccezione perentoria che la forza centrifuga spingerebbe le acque nel senso della rotazione terrestre, ossia da occidente in oriente, ladove la grande onda del flusso e riflusso si alza e ricade sovra sé stessa, seguendo nell'ordine di tempo il passaggio degli astri al meridiano, che avviene come tutti sanno, da oriente a ponente.

Le maree vengono per l'ordinario denominate correnti, ma propriamente non sono che moti alternati di inturgidimento e di depressione delle acque: l'attrazione degli astri imprime alle acque un ruoto verticale, e non un traslativo orizzontale. Per legge meramente idrostatica le maree possono, è vero, generare correnti, e realmente le generano negli stretti, alle foci fluviali e negli estuari; ma le maree non sono un moto di traslazione, né quindi hanno ostacoli a vincere per ineguaglianza di fondi, che s'attraversino al supposto viaggio di esse. Un vascello galleggiante nel mare non sarebbe trasportato dal flusso e riflusso dall'una all'altra località, né l'onda innalzata aggiungerebbe una linea all'ordinaria sua pressione sulle acque inferiori.

Se le maree realmente fossero, come ci vengono rappresentate, un'immensa fiamma, i loro effetti non solo sarebbero visibili, ma distruttivi delle terre e dei monti: si navigherebbe invece a vapore od a vela a ritroso della supposta corrente, ossia a ritroso di una forza, che sarebbe cento volte maggiore di quella del vapore e del vento. Inoltre nel grande Oceano che è sì aperto, e proporzionalmente sì libero, noi troviamo località, p. e. in Polinesia, di assai scarse, od appena sensibili maree, e non vediamo poi alcuno di quegli esempi di altissime maree, che scorgiamo nella Baja di Fundy p. e., nella Manica, a Calais, a Bristol, e nel mare del Nord. La grand'onda non si forma precisamente in un luogo speciale, ma, essa si solleva dovunque al passaggio. Dell'astro: vi è dunque l'apparenza, e non il fatto del trasporto dell'onda. L'attrazione lunare e solare è la causa prevalente del fenomeno; la matematica ne può calcolare l'efficacia secondo la concorrenza, la divergenza e l'opposizione delle due forze, la massa degli astri, la loro distanza che muta, la loro verticalità o declinazione variante colle stagioni ed i giorni sulle zone terrestri: la matematica può anche dedurre ragionate conseguenze esaminando l'ampiezza e la profondità dei bacini, la configurazione dei fondi, e quella delle coste. Altre cause però influiscono direttamente sul fenomeno, come p. e. le alterazioni prodotte su quell'immenso barometro, che è il mare, dalle variazioni della pressione atmosferica. I venti poi, le correnti, e molto probabilmente altre cause ignorate tuttora, confondono di guisa i loro speciali effetti con quelli dell'attrazione, che riesce impossibile di distinguerli, e di calcolare *a priori*, e colle sole teorie delle attrazioni planetarie quale si è, o sarà in ogni punto del globo l'epoca o la forza delle maree. Noi prepariamo pei nostri porti le tavole delle maree, ma le prepariamo *a posteriori*, cioè dopo d'aver osservato i fenomeni che regolarmente succedono. Del resto il semplice esame del quadro sì variante del flusso nelle acque italiane basterebbe a mostrare che né la latitudine, né l'ampiezza, l'angustia, la bassezza o profondità di un mare, né la direzione o forma delle coste, né altra apparenza qualsiasi dell'idrografia italiana, danno spiegazione appagante delle anomalie del flusso e riflusso. Egli è di esse, come del magnetismo terrestre. Siamo certamente entrati nel tempio, ma siamo ancora ben lungi dal conoscerne l'intiera struttura. Anzi dobbiamo confessare che il grandissimo progresso da noi fatto nella scientifica cognizione dei mari non rese più chiaro o più semplice questo antico problema. Resta però, ci sembra, indubbiamente stabilito che le maree non sono propriamente correnti, e resta di conseguenza eliminata l'idea che siano una forza operante in senso opposto alla rotazione terrestre. Le sole forze che realmente muovansi in senso contrario

alla rotazione sono gli alisei nell'Atlantico, ed i similari nel Pacifico, e le correnti generate da essi, specialmente quella fra l'Africa e l'America, che poi si riparte ed inflette, volgendo a direzione diversa. Dall'azione di queste due forze di venti e correnti, alle quali naturalmente fu aggiunta da coloro che vedono nelle maree un moto traslativo la potenza delle stesse maree, parve ad alcuni matematici, anche valenti, di poter dedurre, che la loro forza d'attrito contro la superficie terrestre abbia gradatamente a rallentare, ed alfine ad arrestare il moto di rotazione. Noi non seguiremo i matematici in una discussione sì ardua: osserveremo soltanto che per quanto si siano mirabilmente perfezionati gli istromenti misuratori del tempo, non si è mai riconosciuta la menoma variazione nella durata della rotazione; e l'inalterabilità di essa, ossia del ritorno di una stella allo stesso meridiano, si considera ed usa come infallibile misura del tempo.

L'ordine della trattazione ci chiama a dire della meteorologia, o più specialmente dei climi. Anche la meteorologia pochi anni sono nutrvasi di studi meramente locali, non possedeva istromenti comparati, non aveva unità di sistemi o centri di esame. Le sue teorie potevano essere ardite, inventive, casualmente in molte deduzioni anche vere, ma erano quasi scevre di mezzi a soda dimostrazione ed a prova. Essa scriveva monti di cifre, tutti però di contestato o contestabile valore. Ma anche la meteorologia si collocò in nobile sede, distese i suoi studi dall'Atlante al Pacifico, e dall'Equatore al cerchio polare, e gettò qualche sguardo nelle regioni misteriose del polo. Ha pure osato levarsi ai globi celesti, indagando i segreti del calore e della luce nell'atmosfera del sole: si unì alla fisica nello studio della irradiazione e del vario assorbimento o trapasso dei raggi calorifici e dei luminosi, comparò gli istromenti in migliaia di luoghi diversi, moltiplicò le sue sedi nelle valli, e ne eresse sul vertice delle grandi montagne, prese a servizio fedele e costante scrittori automatici e messaggieri elettrici, e creò centri ad esaminare, a dedurre, a dirigere. Allora il caos delle cifre si condensò a forma e vigore di scienza, e brillò sull'orizzonte geografico un nuovo pianeta, la meteorologia generale. D'allora in poi abbiamo veduto l'esercito disciplinato dei meteorologisti combattere migliori battaglie, prevedere le burrasche dei mari, ed esaminare le macchie solari che sembrano ormai rivelare l'esistenza di ancora misteriosi rapporti così colla temperatura, come con altri fenomeni nell'atmosfera e sulla superficie terrestre. Ma quanto è mai difficile il cammino della meteorologia, se anche non si fa cosmica e rimane sulla terra! L'aria è invisibile e per la più parte inaccessibile; varia nella proporzione dei vapori, dei gaz che la compongono, è d'altitudine impossibile a precisarsi, ha sempre diversa forza di rifrazione, e sfugge al rigoroso impero delle matematiche, constando di fluidi elastici sensibilissimi alle influenze di cause cognite ed incognite mirabilmente complesse. Nella metamorfosi p. e. del movimento convertito in calore, in quella del calore accresciuto o sottratto pel passaggio dei corpi dallo stato aeriforme al liquido, o dal liquido all'aeriforme; nell'altra del calore tolto e creato per ogni specie di chimiche combinazioni e d'elettriche azioni, quante difficoltà non si oppongono al progresso della meteorologia scientifica! Questa scienza però restringe quasi esclusivamente i suoi studi ai fenomeni della temperatura, e noi abbiamo favellato di già dei suoi effetti sulla circolazione dei venti e del mare.

Alessandro di Humboldt pensò di raffigurare colle linee che chiamò *isotermitiche* la media annuale temperatura dell'aria in ogni parte del globo. A queste poi si aggiunsero le *isogeotermitiche* per indicare la media annuale temperatura del suolo, ed altre se ne delinearono per segnare in ogni stagione anche la media temperatura estiva ed iemale, e così pure il suo *maximum* e *minimum* nel corso dell'anno. Dalle ricerche generali si scese poi alle speciali di regni e provincie, ed i metodi figurativi vennero altresì applicati utilmente a rappresentare ogni fatto e fenomeno; p. e. la quantità delle piogge, le zone vulcaniche, quelle dei tremuoti frequenti, delle più forti maree, delle regioni metallifere,

delle carbonifere in ispecie, della distribuzione degli animali e delle piante alimentari, tessili, coloranti, ecc. Queste grafiche rappresentazioni sono di molta utilità per gli studi, ma tutti sono necessariamente imperfetti, e quello di ben delineare linee isotermitiche, è sommamente difficile, dovendosi ridurre le osservazioni ad un solo livello, ossia a quello del mare. È poi raro che nelle nuove edizioni di opere e carte tali linee si correggano secondo la scienza progredita, e così alle imperfezioni originarie, per l'ordinario si aggiungono meno scusabili errori.

In complesso le linee isotermitiche, nelle contrade dei tropici poco si allontanano dai paralleli terrestri. Così l'equatore termometrico interseca, ad angoli piuttosto acuti, l'equatore geografico. Oltre i tropici però, specialmente nelle regioni del nord, sulla temperatura delle quali abbiamo più numerose e meglio apprezzabili indicazioni, le linee isotermitiche si scostano anche dieci e dodici gradi dai paralleli di latitudine. Esse poi alla distanza di circa venti gradi dal polo artico si separano formandosi in due cerchi irregolari, che attorniano due punti, l'uno nell'Asia orientale, e l'altro nell'Arcipelago glaciale d'America. Quei punti sarebbero i veri poli frigorifici, o di minima temperatura assoluta, perché lungo quelle linee, e non oltre le stesse, ossia entro la regione circoscritta da loro, nelle 49 spedizioni antiche che svernarono colà dal 1819 in poi, fu sperimentata la temperatura più fredda. Fra i due cerchi invece, fino alle più elevate latitudini ove l'uomo arrivò, il freddo si trovò meno intenso, che non al limitare e nell'interno dei due spazi rinchiusi. Non manca dunque di fondamento l'ipotesi che realmente nello spazio più prossimo al polo, sia esso occupato da terre o da mare, il calore si accresca, e si possa, ora che tanti e sì nobili sforzi si fanno, raggiungere in alcun modo, e forse per liquida via lo stesso punto polare. Un grande astronomo fra noi aveva anche tentato di dimostrare colle matematiche che presso al polo la temperatura deve realmente aumentare, ma i calcoli suoi non ressero a nuovo ed accuratissimo esame.

Non meno della latitudine e della posizione d'un paese rispetto al mare, la sua elevazione concorre a determinarne il clima e la vita; quindi anche l'ipsometria fu oggetto di studi infiniti. Sommano ormai a diecine di migliaia in Europa e fuori le altitudini determinate con metodi vari, e bastano certamente a dare un'idea perfetta di alcuni Stati o paesi, ed almeno generale di moltissimi altri e di interi continenti. Ma per gli scopi della geografia esatissima, una sol parte, anzi la minore di quelle indicazioni può essere usata. Primeggiano le altitudini risultanti da livellazione effettiva eseguita da osservatori diligenti, le ottenute assumendo nelle vaste triangolazioni anche l'angolo verticale e rappresentando con curve orizzontali l'orografia, e molto giovarono anche i dati emergenti dai tracciamenti delle ferrovie, che ora sono estese lungo migliaia di miglia in più parti del globo. Le misurazioni barometriche, se isolate e non ripetute in diverse condizioni di tempo, non escludono la possibilità di errori notevoli; le ottenute coll'aneroido a grande elevazione meritano assai poca fiducia, e le trigonometriche che non avvolgono e circondano il luogo di cui si cerca l'altezza lasciano sempre il dubbio che la linea visuale non sia caduta sul vero punto culminante. Le altre assunzioni d'altezza poi, fatte colla sola osservazione del grado di ebollizione dell'acqua, sono d'ordinario imperfettissime, giacché il viaggiatore rare volte può procedere colla precisione indispensabile, ed un errore di un solo grado di Fahrenheit circa l'ebollizione dell'acqua cagiona lo sbaglio d'oltre cinquecento piedi nel calcolo d'elevazione; errore già grande in sé stesso, e capitale poi, se da quel calcolo si vuol desumere, come facevasi pei laghi africani, la possibilità che essi defluissero l'uno all'altro, od a fiume lontano.

Come studiaronsi le celsitudini, così si fece, e si continua l'esame delle depressioni o cavità, che esistono sotto il livello del mare. Nel punto più basso esse sono necessariamente occupate da laghi, ma appunto perciò fu dapprima negata l'esistenza di tali

cavità sottomarine. Credevasi infatti che per vie sotterranee quei laghi comunicassero col mare, e dovessero quindi trovarsi col medesimo allo stesso livello. Ma la reale esistenza di tali cavità fu pienamente provata. Esse però scendono assai poco sotto il livello del mare in paragone all'altezza che le terre in mille luoghi raggiungono al di sopra di esso. Mentre nel Tibet le vette dei monti salgono fino a 29.000 piedi all'incirca, e poco meno si innalzano nell'America del sud, la depressione del Caspio non giunge a 100 piedi, le depressioni conosciute finora nell'Africa arrivano in un sol punto a 500, e la massima nella Valle del Giordano a 1.300. Così nella contrada del Caspio, come in quella del Giordano, le misurazioni furono eseguite colla massima perfezione e colla applicazione di tutti i metodi valevoli a rilevare le differenze. Se in ogni luogo ciò importava alla scienza, in uno di essi, nel territorio di Tunisi ed Algeri importava anche alla soluzione del problema economico, se cioè si potessero introdurre nella cavità le acque del prossimo mare, donando così il vantaggio dei porti ad un vasto tratto dell'interno. Questo problema fu giudicato realizzabile, ma a quanto parve, così dispendioso da non potere essere vantaggioso.

Non è ben noto fin dove si estendono nell'est le depressioni del Giordano e del Caspio, ed al sud quelle dello Sahara e della Cirenaica. Ma i fossili marini, ed anche i resti di specie viventi, che per vasto tratto si trovano, manifestano che la depressione è estesa, ed anche in tempi proporzionalmente recenti, fu occupata dalle acque, che per evaporazione non abbastanza compensata da pioggia ed affluenza di fiumi, si sono poi ritirate a più angusti confini.

Esaminando in complesso la serie delle più accurate osservazioni che si fecero al mar Morto, al lago di Tiberiade, o lungo il Giordano, si dedurrebbe che la profondità di quella depressione col volgere degli anni si accresca. Sarebbe quindi a desiderare che una o più linee di segnali o capisaldi ponessero in colleganza la regione depressa colle catene parallele dei monti che sono a ponente, onde riconoscere di quando in quando se avvengano variazioni nell'altezza relativa. Ma più bramerei che tali linee di livelli si stabilissero in quei punti d'Italia ove seguono frequenti scuotimenti e notevoli alterazioni alla superficie della terra! Sarebbe p. e. desiderabile che una linea di segnali decorresse da Montebaldo pel Bellunese al Cadore, ed alcun'altra comprendesse il Vesuvio. D'intorno all'Etna fu effettivamente condotta dal valente nostro socio, generale De Vecchi, e lungamente osservata: non ha però dato indizio d'alcun movimento particolare nella massa del monte, fatta sempre astrazione da quei moti che fossero comuni al monte ed alle contrade limitrofe in dipendenza da instabilità della corteccia della terra.

Anche le piogge formano argomento di trattazione non breve nella fisica geografia. In poche contrade la quantità annuale delle piogge fu calcolata con qualche esattezza, e fuori d'Europa lo fu solamente, dove agli scopi di scienza si aggiunse come alle Indie, nell'ovest degli Stati Uniti d'America, ecc., l'impulso potente di interessi locali. Ho poi dovuto io stesso convincermi che anche in alcuno dei grandi centri scientifici questa specie di osservazioni è od almeno era deplorabilmente trascurata. Però, non ostante le deficienze e le incertezze, abbondano nelle opere i calcoli della quantità complessiva delle piogge sul mondo, come sui vari continenti. Si esprime del pari in cifre la quantità dell'evaporazione, della forza impiegata dalla natura nel sollevare le acque all'adequata altezza ove i vapori si condensano in nubi, della massa che si converte in nevi, si solidifica in ghiacci, o si rinversa in fiumi. Tali calcoli sono bizzarri, ma pur sublimano la mente alla considerazione delle prodigiose forze che sono continuamente in azione nel sistema mondiale.

Se i monti, sollevando il gelido capo e le spalle nell'Oceano dell'atmosfera, vi agevolano il fenomeno delle precipitazioni delle acque, molto più lo accrescono se formano

catene e barriere, le quali si attraversino al corso di venti spiranti dalle più calde contrade del mare.

Forse le elevate catene esercitano sulle molecole visibili ed invisibili, che sempre rinnovandosi nuotano loro d'intorno nell'alta atmosfera, anche una forza attrattiva.

Studiata invece da lungo tempo, provata da sommi fisici, e stata con ragioni desunte dalla struttura delle piante dimostrata, anche da me, in uno scritto speciale a norma di amministrazione e governo, è l'influenza della vegetazione sul quantitativo delle piogge. Ripetendo però negli ultimi anni e nei più recenti viaggi miei di Svezia e di Russia le considerazioni sulla ricchezza delle acque che presentano già presso le scaturigini molti fiumi, nascenti in non elevate pianure nel mezzo di vaste foreste, dubitai che l'influenza degli alberi sui fenomeni acquei sia più grande che non fu finora indicato da altri e da me.

Per l'essere la quantità delle piogge in dipendenza necessaria dalla evaporazione, essa decresce dall'equatore ai poli; ma il numero dei giorni piovosi aumenta in senso contrario. Per adeguato cadono in equatore da dieci a dodici piedi d'acqua all'anno; ma sonovi località nelle Indie, alla Guiana e nelle Alte Amazzoni, dove per la direzione dei venti e l'opposizione delle vette gelate cadono nel corso dell'anno perfino 40 e 50 piedi d'acqua. Vi sono invece contrade dove le piogge sono scarse, o nulle. Anche di ciò i fisici danno facili, e per l'ordinario convincenti ragioni; non così però che invano si cerchi talvolta la spiegazione di eccezionali fenomeni. Così non comprendiamo perché manchino assolutamente le piogge in gran parte della valle inferiore del Nilo, mentre non mancano nubi, né boschi, né catene montive di mediocre elevazione, ed i venti spirano pressoché costanti da nord, ossia dal Mediterraneo, e piove non di rado ad Alessandria, e lungo il litorale adiacente.

Segue l'ampio argomento dei fiumi. I geografi paragonano l'ampiezza del tributario bacino, la lunghezza del corso, l'inclinazione del letto, e la forma della foce: segnano altresì l'epoca e l'altezza delle piene; ma non possono quasi mai indicare l'elemento da cui si dovrebbe desumere qual fiume sia maggiore di un altro, la quantità cioè delle acque da ciascuno portata nel periodo di un anno al mare. Le attuali cognizioni geografiche consentono di dare sui fiumi alcune indicazioni di sufficiente esattezza; ma pochi, perfino in Europa, assai pochi sono i fiumi dei quali si fece esame accurato e continuo. Se l'Elba, il Weser, il Reno, la Schelda, il Tamigi, ecc., sono proporzionalmente ben noti, di quanti non abbiamo se non vaghe e generalissime idee! All'ingresso dei Romani nella Gallia cisalpina, già sorgevano sulle rive del Po, come sappiamo da Lucano, quelle immense arginature, a confronto delle quali le stesse piramidi egiziache sono piccole moli e breve fatica: almeno da venti secoli adunque sono schierate sul fiume la civiltà e la scienza, ed il Nestore degli idrografi europei, l'illustre Lombardini, nell'indefesso suo studio ha consunto la vita; eppure il Po non è sì conosciuto che non si debba desiderare di più, e giusta è la brama dei geografi che si attivassero in ogni colta contrada commissioni locali per l'esame esatto e costante dei fiumi.

Dallo studio del mondo inorganico il geografo fisico passa a quello degli esseri organizzati, e tosto gli si affaccia il problema più arduo, che in ogni tempo abbia occupato la mente dell'uomo. Che è la vita? Quali caratteri distinguono essenzialmente dagli esseri organizzati, ossia dai vegetali ed animali, l'inerte e passiva materia? Quando, dove e come apparvero gli esseri organizzati? Quali modificazioni subirono? Ne subiranno ora? Tali problemi si affollano, si addensano, si moltiplicano; ma alla prima sorgente la mente dell'uomo non giunge, ed alla causa iniziale la ragione si offusca, e si tace. Newton, la cui quasi sovrumana intelligenza ha penetrato sì addentro in tutto il creato, confessava d'essere cieco davanti al misterio della prima ragione. Se Democrito ha divinato il siste-

ma degli atomi, se Lavoisier, Berzelius e Dalton lo hanno dimostrato, se Bruno intravide la vitalità universale, e Lamark, Darwin, Wallace, Huxley, ecc. con mirabile ingegno e dottrina ne rivelano l'indefinita metamorfosi, nessuno risale alla prima di tutte le cause. Questa è inaccessibile a noi, né mai verrà l'uomo cui allude Virgilio, *qui poterit rerum cognoscere causas*.

Noi ignoriamo che sia la vita. Lo ignoriamo non altrimenti che non sappiamo che siano nell'essenza l'elettricità, il magnetismo, il calore, la luce, benché rassembrino forze inerenti alla materia, latenti nella medesima, che si appalesano al verificarsi di condizioni speciali irreconoscibili a noi. Così è anche della gravitazione universale, e della molecolare. La intima assenza che attiva queste forze, le accelera, misura e governa, noi non la conosciamo. Ora, la vita, la conscia od inconscia energia dell'essere, è una di queste forze arcane; è una delle clandestine virtù della materia, che in circostanze ignorate si fa attiva e compare.

Scienza non v'è che produca, distrugga o vivifichi materia: la scienza non fa che scomporre, riunire, alterare la materia di forme. Gli elementi medesimi, o vogliam dire gli atomi stessi, compongono i corpi organizzati e gli inorganici, la terra, i pianeti, il sole, le nebulose. Gli esseri organici, dopo d'aver per alcun tempo esercitato quell'energia che chiamiamo la vita, ed unificato a sé stessi, identificato alla loro vita, altri elementi inorganici, perdono quella speciale virtù d'esistenza; e rendono i loro elementi alla massa inorganica, che poi variando con vicenda perpetua, in altre forme riappare o rivive. Questa metamorfosi è talvolta seguita e dimostrata ne' suoi passaggi, periodi e modi dalla chimica, che fra tutte le scienze è forse quella che a dì nostri ha progredito di più, ma non è da essa intimamente compresa.

Ascrivendo anche la vita alle attribuzioni della materia, i filosofi naturalisti, volenti o no, riconoscono bensì che la materia non può essere causa a sé stessa, ma credono che qualunque ne sia stata l'origine, essa sorse quale la vediamo, ossia colle attribuzioni o potenze che si manifestano e perpetuano secondo le circostanze nella medesima. I filosofi non ammettono quindi né una serie indefinita di atti singoli di creazione per ciascuna specie di esseri, che furono o sono attualmente dotati di vita; né un sistema di creazioni separate delle specie che non vissero simultaneamente, ma successivamente, come la paleontologia comprova; e nemmeno un sistema di creazioni di specie nell'ordine dei tempi geologici, perché v'ha pur sempre un nesso o carattere di continuità, che rivela la cognazione e progressione della specie, il quale carattere è poi evidente in molte, p. e. nelle innumerevoli famiglie delle ammoniti, che vissero certamente per vari periodi geologici di durata incalcolabile.

Quella cognazione di caratteri nei vegetali ed animali, il graduato loro cambiamento e trapasso dall'una nell'altra forma, i sorprendenti effetti ottenuti anche dall'uomo applicando l'industria a perfezionare gli animali domestici e le piante coltivate, e le modificazioni che per sola opera di natura seguono negli uni e nelle altre in lunghi o corti periodi col variare di luoghi e di climi, hanno altresì guidato i naturalisti, e Darwin, l'antesignano di tutti, dapprima a dubitare della perpetuità della specie, e poscia a negarla, ed a stabilire invece, che le varietà, per opera della natura medesima, possono ereditarsi, e nel lunghissimo corso dei tempi accrescersi, e dar luogo a forme o specie diverse. Anzi, secondo Darwin, non esisterebbero nemmeno le specie, se per specie si intendono differenze assolute e perpetue, né vi sarebbero tipi inalterabili, ma soltanto costanza di vitale energia sotto forme mutevoli. Tali opinioni, esposte con apparato prodigioso di osservazioni e di fatti, ottennero l'adesione dei più grandi naturalisti d'ogni paese, pochi eccettuati, e fra questi Agassiz.

È facile comprendere quanto queste idee contrastino alle antiche opinioni, ed anche

alle più venerate credenze dell'uomo. Quel duello fra la fede e la scienza, fra l'osservazione e l'autorità di cui ho fatto già cenno, divenne accanito, e ne furono scosse ed allarmate anche persone amiche della scienza e per nulla retrive.

Quanto a me, non oserò discendere sul terreno ove i più forti Titani della scienza si aspramente combattono. Certamente le darwiniane dottrine hanno sobbalzato, ed in parte rovesciato l'antico edificio scientifico. Colla fecondazione di piante operata da insetti, colla eterizzazione di altre, con quelle che sono carnivore, col loro sonno ecc., la barriera che finora inesorabilmente divide gli animali e le piante va in isfascio e rottami, e siccome anche l'uomo, già costituente una specie riservata ed esclusiva, viene dai naturalisti sottoposto alla legge comune della variazione o plasticità della fauna, così fu preparato lo sdrucciolo, a conseguenze dalle quali ogni timorata coscienza rifugge.

Che fare però? Quest'è il destino degli studî. O rinunciare alla scienza, od accettarne le deduzioni, almeno fin quando non sia dimostrato il contrario. Può dirsi in serio argomento ciò che un bizzarro cervello diceva del mondo seminato di guai: «Venire al mondo, è venire a penitenza, e chi non è disposto a soffrire, non ci nasca». La scienza non può farsi né immobile, né cieca, né ancella: essa vuole e difende il diritto d'osservazione e d'esame, e non sottopone all'altrui interdetto l'umana ragione: il campo cosmologico non è aperto alla sola teologia, e chiuso alle altre dottrine.

Per verità Darwin è un atleta di forza terribile, né dopo Newton nessuno presentò sull'umano intelletto, sul sistema mondiale un'idea più grande. Nelle sue opere, che l'una sull'altra si incalzano, egli si avvanza circondato da una falange di fatti: non si effonde in eloquenza che sostituisca i movimenti oratorî al giudizio: non si adira per astiosi assalti giammai; ma pertinace e freddo procede come ghiacciaio che tritura e solca le rupi granitiche, facendone polvere nel suo cammino. Per lui non vi sono credenze infallibili: pare talvolta che tale consideri nemmeno la propria, tanto è lo studio che pone ad esaminarla, e censurare sé stesso ovunque non sembri inconcussa.

Tale è Darwin, e tale la sua dottrina, che ha già mirabilmente accresciuto la dovizia dei fatti, allargato la visione degli stessi, e sospinto a meditazione gli ingegni. Se però questa dottrina incriminata, che realmente è probabile sia per essere in parte modificata col tempo, verrà dimostrata nelle principali deduzioni fallace, l'età futura la respingerà, come la nostra ha respinto il disco terrestre di Omero, i cicli di Tolomeo, i quattro elementi, l'astrologia e l'acqua risalente nei tubi per l'orrore del vuoto. Intanto anche a fronte dell'audace dottrina la veneranda morale incrollabile sta, come sta incrollabile l'idea di un Essere onnipotente autore di tutto.

Lasciato il dominio della filosofia naturale, si apre la trattazione della distribuzione attuale dei vegetali ed animali sulla superficie del globo. In generale il loro numero, e così pure il loro sviluppo decresce collo scemare del calore, ossia colle latitudini e colle elevazioni, ma certi vegetali vivono ben anche di mezzo alle nevi. L'umidità e la luce esercitano pure una potente influenza sulla vegetazione, anzi questa non cessa totalmente se non nei luoghi ove manca del tutto l'umidità. Col mancare delle vegetazioni di certe specie di esse spariscono anche gli animali che hanno particolare nutrimento da loro, ma varie specie si modificano alquanto secondo le nuove condizioni dei climi, mentre taluna, il *condor* p. e., per cause non tutte riconoscibili, tiene pertinacemente a conservarsi nella antica sua patria.

La flora e la fauna dei mari sono naturalmente meno note che non le terrestri, e meno ancora lo sono le viventi nel profondo delle acque, ma anche la flora e la fauna marittimi come la terrestre, stanno in rapporto fra loro, e colla temperatura. E poichè la temperatura dei mari non dipende prossimamente dalla latitudine, ma dalla legge staticotermometrica della profondità, così si avrebbe a presumere l'esistenza delle medesime

specie a profondità eguali o poco diverse in tutta l'ampiezza delle acque comunicanti per vaste e libere vie fra loro. Si ravvisa infatti, specialmente nei cetacei anche in regioni lontane, se non l'identità, l'omogeneità delle specie. Ma nei mari, non altrimenti che in terra, si rileva dalla varietà della fauna e della flora in regioni differenti, che altre cause per lo più ignote influiscono sulle condizioni di vita, e quanto alla flora, Hooker esaminandone i caratteri, ha creduto di poterla, allo stato delle cognizioni attuali, distinguere in dieci regioni.

Di molta utilità per gli studi della biologia marittima fu la preziosa introduzione degli acquari, che desidereremmo così numerosi e grandi in Italia come altrove lo sono.

Gli autori ci indicano il numero delle specie dei vegetali ed animali sul mondo, od in vasti continenti, mari e regioni, ma il risultato d'ogni esplorazione la manifesta maggiore della presunta dapprima. Chi p. e. avrebbe supposto che Agassiz, nel solo corso inferiore delle Amazzoni, troverebbe l'ittologia più ricca di specie che non risulti esserlo quella dell'Atlantico intero? E quanto nei viaggi più recenti non furono meravigliati i botanici dell'inesausta dovizie di nuove piante che incontrano in diverse contrade dell'Africa australe, delle Indie e della Malesia!

All'uomo si destina di regola da tutti gli scrittori una trattazione speciale. L'epoca prima della sua apparizione sul globo è ignota, ma appare più antica delle ultime grandi variazioni avvenute sulla superficie terrestre: certamente egli viveva nel periodo quaternario, ma è incerto se visse nel terziario. Molti scrittori distinguono il periodo dell'uomo primitivo o selvaggio, da quello dell'uomo intellettuale, ed adducono ipotesi, che non incominciano ad avere qualche base se non all'età così detta della *pietra*, per la quale hanno appoggio di prove nelle armi, utensili, palafitte di abitazioni, che già inosservate, sono adesso rintracciate e scoperte specialmente nelle caverne e nei siti lacustri in Europa, e quasi generalmente sul globo.

Naturalisti e geografi distinguono in seguito, e classificano gli uomini secondo le razze, alle quali sembrano appartenere. In ciò fare molti si appoggiano ad esterni caratteri, come al colore, altri a differenze nel cranio, ed in generale a varietà nell'osteologia: non si accordano però mai né gli uni né gli altri sui veri caratteri fondamentali delle famiglie e razze, ravvisando taluno la razza, dove altri non vede che l'accidente o varietà. Comparando infatti fra loro gli scrittori più celebri, troviamo che Virey non ammette se non due sole razze d'uomini, e Jaquet, ed Ansted ne indicano tre. Kant ne novera quattro, Blumenbach cinque, Buffon sei, Agassiz otto, Bory St. Vincent quindici, Crawfurd sessanta e Burke sessantatre. Tutti poi disputano se le razze siano primigenie, ed egualmente o disegualmente antiche. In tante dissonanze si manifesta la incertezza della dottrina e provasi l'inclinazione a lasciarla per seguire piuttosto gli arditi principi proclamati da Darwin.

L'ultima fatica della geografia scientifica è destinata all'azione esercitata sulla natura dall'uomo. I fatti che la provano furono esposti con dovizie di giudiziosa dottrina da Ansted, dalla Somerville, da Marsh, e potrebbero agevolmente moltiplicarsi assai più. La superficie di intiere contrade ne fu modificata di guisa che spesso il botanico si lagna che non può ravvisare le vestigia della vegetazione primitiva, ed il geologo appena ritrova poca parte dei massi erratici scomparsi sotto l'assiduo scalpello. Come gli Arabi importarono il cammello per migliaia di leghe lungi dalle prime sue sedi, gli Europei introdussero gli utili animali in America ed Australia, copersero le Antille d'una vegetazione indiana, e viceversa donarono alle Indie le vegetazioni antillesi e del Messico. Noi stessi in tempi antichi e moderni abbiamo educato le ritrose spatriate radici di tutti i continenti ad accrescere la nostra ricchezza, né v'ha adesso in Europa paese che non conti fra le produzioni primarie molte di quelle che la natura aveva collocato in continenti diversi.

Se non che l'opera utile delle indigenazioni, da cui tante meraviglie già si ottennero nell'economia del mondo, è ben lungi dall'aver toccato i suoi estremi confini. Dovunque i botanici ci additano nuovi alberi più atti a solidificare le dune del mare, a sanare regioni, a fertilizzare le lande arenose ed asciutte, ed a rinnovare l'ammanto selvoso dei monti. E la quantità delle piante alimentari, tessili o coloranti, e la quantità di quelle oleacee o gommifere, o meglio opportune a soddisfare le multiformi esigenze dell'industria, del piacere e del comodo, cresce a dismisura se si esaminano le molte opere che specialmente in Australia e nelle Indie si pubblicarono, onde far conoscere le proprietà utili delle piante, che hanno vita spontanea in ciascuna di quelle contrade. Noi ameremmo che tali opere speciali d'economia botanica si imitassero in ogni paese, e si avesse così prontamente sott'occhio quanto le singole regioni dell'estero possano contribuire colle indigenazioni alla nostra, ed universale ricchezza. Certamente la differenza dei climi può in cento casi opporre invincibile ostacolo, ed in altri, l'impedimento può sorgere dalle particolari condizioni agrarie di ciascuna località. Anche sciolto felicemente il problema botanico, rimane a sciogliersi il problema economico, ossia l'agrario, e commerciale, e questo è arduo problema non meno del primo. Ma a tale intento, non abbiamo noi stabilimenti speciali? Le prime prove spettano agli Istituti botanici, e le seconde agli agrari. E tale è la massa degli utili vegetali offerti alla scelta, e tale la varietà dei climi in quei paesi che, come l'Italia, si divallano in larghe pianure, s'alzano in elevate catene, s'aprono al mare, si immergono in bacini palustri, che anche nella meno favorevole ipotesi potrebbe sempre aversi risultato importante dall'intelligente attività. Son molte le piante economicamente più utili del caffè e del thè? Or bene, se Piaggia vedeva in Abissinia il caffè prosperare a 4.000 piedi sul livello del mare, se il thè nella China a 36 gradi di latitudine si coltiva con gran successo sui monti, non è sperabile che almeno sotto il rapporto del clima queste piante possano coltivarci in alcune parti d'Italia? E non vale la prova?

Con queste considerazioni, e con giudiziose proposte dovrebbe a parer mio completarsi ogni trattato sulla modificazione benefica che può sulla natura esercitarsi dall'azione dell'uomo.

Del programma che m'aveva tracciato, non toccai che i punti culminanti; eppure m'avvedo che ho oltrepassato i confini di dovere e tolleranza. Nell'esame delle opere che mi furono di base e di scorta al discorso, un doloroso riflesso m'occorse. Quante delle più pure glorie italiane sono obbliate, od usurpate dall'estero! La vera culla di quasi tutte le scienze fu la Grecia nell'antichissima età, e poscia in Italia ripullularono i germi della seconda, ossia della più splendida, e certamente imperitura civiltà. Siamo abbastanza gelosi a conservare e difendere sì gran tesoro di gloria italiana?

Dovunque, in Europa si innalzano in bronzo od in marmo monumenti di onore ad uomini che hanno fondato o promosso le scienze; eppure non è coi monumenti che meglio la gloria di un uomo si spande ed eterna. Luigi II di Baviera con milioni di fiorini ha costruito il Walhalla, mausoleo generale delle glorie germaniche. Le ha così assicurate, cresciute? Di nulla, o di poco. Massimiliano II invece era già venuto in più giusto pensiero. Destinata una somma ben cento volte minore, commise a varî Tedeschi di somma dottrina di scrivere la storia delle scienze. Alcune se ne scrissero, p. e. la storia della geografia, e gli autori ponendo nelle opere coll'ingegno e la dottrina anche l'ambizione di patria evocarono in luce quant'eravi di latente, discusso od incerto nei primi baleni scientifici che apparvero sull'orizzonte germanico, o devono le scienze fisiche, le legali e le arti agli insegnanti Tedeschi migrati in Italia, in Inghilterra ed in Francia. Vorrei che anche da noi si rintracciassero, proclamassero, assicurassero così, in perpetuo le gloriose origini della scienza italiana. Non ci fu p. e. contestata, e per poco non tolta, la gloria di Guittone d'Arezzo, e quella del Cesalpino? Chi rende nell'estero a Panfilo Gastal-

di l'onore d'avere inventato i caratteri mobili per la stampa, ed a Brocchi d'avere fondato la geologia scientifica? Non erasi dimenticato che Beltrame fu il vero scopritore delle sorgenti del Misissipi, e non ci fu contrastata in Scandinavia la gloria dei Zeno, ed in Francia perfino quella di Colombo?

Grandi avi vantiamo, e la Dio mercé non è spenta la specie. Eppure chi non si fa cieco degli occhi vede che la notizia e la stima dei dotti non è abbastanza generale fra noi, e quindi alla loro voce e consiglio non risponde pronta ed efficace l'eco delle masse popolari.

Mancano tuttora in Italia le private e potenti Società d'astronomia, geologia e botanica: ci mancano le grandi Società di acclimatizzazione: non abbiamo né l'Associazione britannica, né l'Associazione francese, né i fondi cospicui che entrambe annualmente dispongono a promozione di scienza. Abbondano, è vero, gli Istituti governativi, ma voi sapete, e ne avete in più casi la prova, che gli studi non affidati all'iniziativa, allo zelo, al sapere di società nazionali, sovente s'allentano, s'arrestano, e pur avendo apparenza di vita, sono ingloriosi ed inerti. La stessa quantità di tali stabilimenti ci nuoce: quanto s'accresce all'estensione si sottrae all'intensità: gli studi fisici oggidì richiedono grandi Istituti, e per essi la concentrazione dei mezzi: senza di ciò, si ha forse soverchio numero di stabilimenti d'umile educazione pei giovani, ma non vi sono Istituti pei provetti in dottrina, e pel progresso scientifico.

Ma come raccogliere i mezzi? I dotti non li possiedono: è legge antica per loro, e legge perpetua, che ricchezza e scienza non hanno insieme residenza. I Governi devono averli dal popolo, e col consenso del popolo. Bisogna dunque influire sul popolo, adescarlo a concorso. Leve potenti sovra esso sono il piacere e l'utilità. Ma non infondono piacere le scienze se non alle menti più elette, e dopo molt'anni consumati ad apprendere. L'idea dell'utile invece è nel sentimento di tutti, anzi la tiepidezza crescente per gli studi della classica antichità deriva dall'opinione diffusa, che quegli studi, meno dei matematici e fisici, giovino all'universale benessere. Vi è qualche aberrazione ed eccesso nel giudicare così, ma pure l'idea si fonda nel vero. Che dunque deve farsi da noi? Abbiamo a divulgare che le scienze non sono vano fogliame, non ornamento d'intelletti ed orgoglio, ma madri d'industria, di navigazione e commercio, ed inesaurite sorgenti d'utilità e ricchezza. Quali tesori possiamo ancora desumere dai vegetali stranieri, e quali dalle lontane pescagioni marittime! Fors'anche la terra che calchiamo racchiude in larghi bacini, e solleva in copiose sorgenti, quegli olii che sono per l'America di sì grande ricchezza, e vediamo noi pure in cento luoghi apparire spontanei sebbene in piccola quantità: fors'anche vi giacciono tuttora ignorate da noi quelle selve incarbonite, preziose più di qualsiasi vena d'oro, senza le quali Vulcano nega i prodigi d'industria, e Mercurio quelli della celerità. I nostri terreni non sono ancora esplorati abbastanza, da dar luogo alla sfiducia, ed accogliere come vero il triste vaticinio dei geologi, che strati carboniferi non possano finalmente ritrovarsi in Italia.

Vi è un adagio volgare e scherzevole, che non so nel caso attuale tacere: «Mostrate a tutto il mondo la borsa, e sarà tutto cristiano». La nostra Società era ristretta e povera finché lottò colla malferma opinione della sua positiva utilità. Già l'idea allignò, ed i mille ci danno vigore, e troviamo i Mecenati nei Telfener. Possiamo avere nelle cattoliche missioni un ausiliario potente, ed esse possono procurarselo in noi. E se le medesime colla conveniente preparazione della loro gioventù anche ai servigi propriamente civili e scientifici che si hanno di mira nel maggior numero delle missioni evangeliche avranno generalizzato in ogni classe di genti l'idea della loro sociale utilità, le rendite annue delle oblazioni cattoliche non si arresteranno alla somma di soli sei milioni, mentre quelle delle evangeliche sono del doppio più elevate, e forse del triplo.

Mostriamo che l'utilità è identificata alla scienza, e non avremo l'inopia dei mezzi. Siamo forse la sola Società unitaria, e certamente la più numerosa in Italia; sorgeranno da noi, o vivranno d'una sola vita con noi le colonie minervali che mancano, e più gagliardamente concorreremo a risolvere coll'osservazione e la ponderazione dei fatti i tanti problemi che in ogni suo ramo presenta, come abbiamo veduto, la geografia scientifica. Né pel favore alle scienze scemerà il culto delle lettere, che anzi avrà migliore indirizzo ed impulso più vigoroso l'estetica italiana in ogni più dolce e più cara manifestazione del pensiero e dell'arte. Non siamo tementi che dove la scienza severa si avvanzi, si arretri l'estetica. L'Italia è l'Eden dell'Europa, ed il Museo del mondo: sente che ha bisogno, non solo di Galileo e di Volta, ma anche di Dante, dell'Ariosto, di Raffaello e di Verdi.

Ed ora io prendo commiato da voi. Che la Società sarà sempre degna dell'Italia, io non sono profeta, ma veggente. Questa certezza rallegra i tardi miei giorni, e mi darà vigore di studî fin quando non mi sorgerà più il sole, e non altra memoria resterà di me, se non l'effigie che odo volete porre in quest'aula. Se la porrete a segno di onore, la troppo generosa benevolenza vi avrà tratto in inganno: se la porrete a testimonio che ho amato gli studî e la Società italiana, sarete nel vero...

SCIENTIFIC GEOGRAPHY. – The text of a speech (1877) held by the first president of the Italian Geographical Society is here reported. It deals with the development – both practical and theoretical – of the then geographical knowledge. It is a new initiative of the «*Bollettino della Società Geografica Italiana*»: starting with this issue old contributions printed under the publications of the Italian Geographical Society will be inserted. Taking these texts as starting point, geographers, in their turn, will propose, today, reflections, comments and analyses of the geographical evolution.