

GIULIO ANTONIO VENZO

I PADRI PIÙ CELEBRI DELLA GEOLOGIA

ABSTRACT - VENZO G.A., 2007 - The most celebrated Fathers of Geology.

Atti Acc. Rov. Agiati, a. 257, 2007, ser. VIII, vol. VII, B: 11-39.

After some consideration of medieval obscurantism and the clash of Faith and Reason, this paper is devoted to expounding and illustrating the life, scientific work and theories of the most celebrated protagonists in the development of Geology in modern times.

KEY WORDS - History of Sciences, Geology

RIASSUNTO - VENZO G.A., 2007 - I padri più celebri della Geologia.

Dopo alcune considerazioni sull'oscurantismo nel Medio Evo e il conflitto Federazione, sono descritte e illustrate vita, opere e teorie dei principali protagonisti della evoluzione della Geologia nell'Evo Moderno.

PAROLE CHIAVE - Storia delle Scienze, Geologia.

Agli albori dell'Evo Moderno e l'avvento dell'illuminismo dopo l'oscurantismo dei «secoli bui» del Medio Evo, con la «Nuova Scienza» si afferma la decisa ripresa degli studi e delle sperimentazioni in tutti i campi delle scienze. Va detto ripresa, perchè l'impulso ad indagare i fenomeni della Natura e interpretarne i meccanismi era manifesto fin dall'antichità.

Basti ricordare l'astronomo Aristarco da Samo, nato nel 310 a.C, perciò quasi contemporaneo di Aristotele: aveva intuito essere la Terra a ruotare attorno al Sole centro dell'Universo; e che l'avvicinarsi delle stagioni dipendeva dalla inclinazione dell'asse terrestre. Lo aveva capito diciotto secoli prima delle scoperte di Copernico, meritandosi il riconoscimento di essere stato «il Copernico dell'antichità».

E il letterato Publio Ovidio Nasone, nato a Sulmona nel 43 a.C., morto a Tomi sul mar Nero il 18 p.C., in tre mirabili versi descrive con straordinaria intuizione l'origine dei fossili e il fenomeno dell'alternanza ciclica delle trasgressioni e regressioni marine:

*Vidi ego, quod fuerant quondam solidissima tellus
Esse fretum, vidi factas ex aequore terras
Et procul a pelago conchae iacere marinae*

(Metamorfosi, XV, 262)

* * *

Sulla via del progresso agli inizi del secolo XVIII, la Geologia era in una posizione di retroguardia rispetto alla Botanica e alla Zoologia. Ritardo comprensibile per le difficoltà di gran lunga maggiori nell'interpretazione dei complessi fenomeni geologici, ma anche per il fatto che nel primo Medio Evo la Chiesa aveva fatto proprio il geocentrismo aristotelico, secondo il quale il centro dell'Universo era la Terra: assunto tramandato come verità assoluta e indiscutibile con il lapidario *ipse dixit*. E per interpretazione della Bibbia la Chiesa aveva stabilito che la creazione del mondo era avvenuta circa 4.000 anni prima della nascita di Cristo.

Esempio emblematico del condizionamento esercitato dai teologi sul pensiero scientifico è il comportamento di Georges Louis Leclerc conte di Buffon (1717-1788). Il grande naturalista e letterato francese, pioniere della ricerca scientifica moderna si da affermare che «la forza della ragione non sta tanto nel progresso quanto nell'acquisire la verità», per non incorrere nella censura ecclesiastica rinuncia alla pubblicazione di certi suoi calcoli che attribuivano alla Terra l'età di 3 milioni di anni, con l'auto-justificazione che «le menti non erano adatte ad accettare un simile dato». L'età calcolata da lui era ben poco rispetto ai 4,6-4,7 miliardi di anni risultanti dalle ricerche più recenti, ma pur sempre un deciso progresso rispetto alla genesi biblica.

Soltanto nel 1950, con l'Enciclica *Humanis Generis* di Papa Pio XII, la Chiesa rinuncia definitivamente al secolare atteggiamento di aperta condanna e poi di tenace ostilità nei confronti del pensiero scientifico laico.

* * *

Il termine «geologia» appare per la prima volta nei manoscritti di Storia Naturale del medico e naturalista Ulisse Aldovrandi (1522-1605),

precursore di Linneo, dal 1560 professore di Storia Naturale e Logica nella Università di Bologna.

La Geologia diventa compiutamente scienza da quando si cominciò ad indagare non più soltanto la natura dei minerali, ma anche sulle modalità della loro formazione e su quella delle rocce delle quali i minerali sono i componenti. Ma è solo nel secolo XVIII che la Geologia diventa una moderna «scienza storico-indiziaria sperimentale».

In questa nota sono le biografie di quei grandi che maggiormente hanno contribuito al progresso della Geologia nell'Evo Moderno, dai primordi fino alla enunciazione della teoria della deriva dei continenti di Wegener.

JOHN RAY, INGLESE (1627-1705)



Di modeste origini popolane, nacque a Black Notley, un villaggio dell'Essex dove il padre esercitava il mestiere di fabbro ferraio e la madre era una erborista dilettante considerata «guaritrice». È quindi verosimile che il piccolo John le prime nozioni di botanica le abbia apprese proprio dalla madre.

Dopo la *grammar school* (paragonabile alla nostra scuola media) nella vicina città di Braintree, il giovane Ray è accolto al St. Catherine's Hall e successivamente al Trinity College, un monastero-collegio. Vi entrò grazie a una delle borse di studio dell'Università di Cambridge destinate a giovani di umile origine particolarmente dotati. In quel collegio Ray si lega in stretto sodalizio con un gruppo di studenti fra i più promettenti, primeggiando in matematica, lingue straniere e in Scienze naturali. Nel 1648 consegue la laurea, nel 1651 è nominato lettore e nel 1658 *Junior Dean* (preside) della facoltà. Due anni dopo prende gli ordini religiosi come sacerdote della Chiesa anglicana.

Avviato a una prestigiosa carriera accademica, inopinatamente nel 1662 Ray decide *sua sponte* di lasciare l'Università, rinunciando anche alla serena e tranquilla vita nell'amato Trinity College. Questa decisione, sicuramente molto sofferta, Ray la prese non solo per ragioni che possiamo definire politiche, ma anche per coerenza e onestà intellettuale. Infatti, pur non essendo un sostenitore dichiarato di Oliver Cromwell, il «Lord Protettore» del breve e travagliato intermezzo repubblicano dell'Inghilterra, come Cromwell anche Ray era puritano di profonda fede protestante. E alla restaurazione della monarchia con l'ascesa al trono di Carlo II, per coerenza con i suoi principi e convinci-

menti religiosi, Ray non volle sottoscrivere il giuramento al Re (*Act of Uniformity*), richiesto come obbligo ai professori delle Università inglesi.

Benché estraniatosi volontariamente dall'ambiente accademico e universitario, Ray ebbe la possibilità di proseguire liberamente le sue ricerche e i suoi studi, grazie alla liberalità del regime già allora molto democratico dell'Inghilterra e al generoso aiuto di mecenati.

Nel periodo 1660-1671 Ray viaggiò molto, in Irlanda, Galles, Cornovaglia; anche in Europa, raccogliendo e studiando piante, animali e rocce. L'eco dei risultati delle sue ricerche gli procurarono presto solida fama, tanto che nel 1667 fu accolto nella prestigiosa allora neo costituita Royal Society di Londra, dalla quale ebbe sempre il finanziamento per l'edizione delle sue pubblicazioni scientifiche.

Nel 1673 Ray ritornò con la sua famiglia a Black Notley, il villaggio nativo dove aveva trascorso l'infanzia; e lì rimase fino alla morte, mantenendo una nutrita corrispondenza con i maggiori scienziati dell'epoca, sempre studiando malgrado la malferma salute per malanni cronici che lo affliggevano fin dalla gioventù.

Nel lungo periodo intercorso tra la sua prima pubblicazione, un catalogo delle piante dei dintorni di Cambridge del 1660 e la sua ultima *Synopsis Methodica Avium and Piscium* edita postuma nel 1713, Ray fu autore di numerosi trattati e note su piante, uccelli, mammiferi, pesci, insetti, nell'intento dichiarato di mettere ordine nel coacervo di nomi e classificazioni allora in auge.

Come Linneo, Ray era convinto che le classificazioni degli organismi del sistema naturale dovevano essere in armonia con l'ordine divino della Creazione. Ma a differenza di Linneo che ordinò le piante soltanto in base alla morfologia degli organi riproduttivi dei fiori, nel suo *Methodus Plantarum Nova* edito nel 1682, Ray le classificò prendendo in considerazione anche le caratteristiche morfologiche di tutti gli organi dei vegetali: fiori, frutti, semi, radici. Fu anche il primo a suddividere le piante floreali in monocotiledoni e dicotiledoni.

Nel *The Widsom of God manifested in the Works of Creation*, Ray riprende l'ipotesi leonardesca sui fossili, specificando che tutti gli organismi fossilizzati dovevano essere i resti di quelli attualmente viventi, «creati da Dio nella prima fase della Creazione, quando la Terra era totalmente ricoperta dalle acque di un unico oceano, rimasti poi inglobati nei sedimenti e pietrificati in fossili a seguito del ritiro delle acque». I fossili cosiddetti problematici, definiti strani per le forme diverse da quelle dagli organismi viventi conosciuti, Ray li considerava resti di organismi ignoti «perchè viventi in regioni non ancora esplorate» e perché «per la sapienza e la perfezione di Dio nella Creazione non si

poteva ammettere che creature da Lui create andassero estinte». Però, dalla corrispondenza intercorsa con il naturalista gallese Edward Lhwyd, si evince che negli ultimi anni di vita a Ray venne il dubbio che quei fossili indicassero «una età del mondo molto più vecchia di quella delle Sacre Scritture».

Sul processo di fossilizzazione Ray fece due ipotesi. La prima, che alla creazione del mondo la Terra fosse totalmente ricoperta da un unico oceano, cosicché al ritiro delle acque gli organismi marini in gran copia sarebbero rimasti abbandonati a morire e a pietrificarsi sulle terre nel frattempo emerse; ipotesi che autorizza a riconoscere a Ray l'intuizione del fenomeno dell'orogenesi. La seconda, che molti degli animali marini fossero stati uccisi da «fuochi e flatulenze sotterranee» e poi fossilizzati sul fondo di quell'oceano sconvolto da catastrofi.

A Ray va riconosciuto il merito di avere contestato le credenze superstiziose, che i fossili fossero *lusi naturae*, o forme inclassificabili create da Dio per suo diletto: oppure opera del diavolo per spaventare, confondere. Sincero credente in un'epoca nella quale indagare la Natura e cimentarsi a spiegarne i fenomeni erano pratiche da evitarsi perché, si diceva, portavano la perdizione, John Ray ebbe l'onestà intellettuale di pubblicare la sua «*Natural Theology*» nella quale afferma che la fede è conciliabile con l'indagine scientifica, perché «nei fenomeni della Natura si riconoscono la infinita sapienza e la potenza di Dio».

Ray fu scienziato enciclopedico fra i più eminenti nonché filosofo e teologo; in Inghilterra è considerato «padre della Storia naturale». In suo onore nel 1844 fu fondata la Ray Society specializzata alla pubblicazione di scritti i naturalistici.

NIELS STEENSEN (NICCOLÒ STENONE), DANESE (1638-1686)



Figlio di un noto orefice benestante di religione luterana, inizia gli studi in medicina all'università di Copenhagen, la città dove ebbe i natali. Ma decise presto di recarsi in Olanda allo scopo di perfezionarsi in anatomia umana, prima ad Amsterdam, poi a Leida alla scuola del famoso anatomico Sylvius de la Boè, dove conseguì la laurea. Nel 1664 lasciò Leida per Parigi, invitato da un facoltoso mecenate, Melchisedec Thèvenot, un personaggio con l'hobby di circondarsi di sapienti. A Parigi rimase meno di due anni, perché nel 1666 accetta la proposta di Ferdinando II Granduca

di Toscana e si trasferisce a Firenze ad esercitare «l'arte di medico di Corte». In Toscana Steensen fece amicizia con scienziati famosi, quali Marcello Malpigli, Vincenzo Viviani e Francesco Redi.

L'ambiente socio culturale e religioso di quella che fu la sua nuova patria, così diverso da quello nord europeo che aveva lasciato, esercitò profonda influenza sui convincimenti del giovane danese al punto da indurlo a italianizzare il suo nome in Stenone, abiurare al luteranesimo e convertirsi alla Chiesa Cattolica, della quale fu ordinato sacerdote e poi vescovo nel 1677. Il profondo travaglio spirituale lo indusse ben presto alla decisione di porre fine alla sua attività scientifica per dedicarsi all'apostolato cattolico nella luterana Germania settentrionale, dove rimase fino alla sua morte avvenuta a Schwerin.

Per volere del Granduca di Toscana, suo grande estimatore e amico, la sua salma, traslata in Italia, è sepolta a Firenze. Nel 1997 Papa Giovanni Paolo II proclamò Stenone «beato».

I risultati delle ricerche anatomiche di Stenone, mirabilmente descritti e illustrati in *De musculis et glandulis* (1664), in *Elementorum myologiae specimen* (1667) e in *Discours sur l'anatomie du cerveau* (1669) hanno avuto importanza fondamentale per il progresso delle conoscenze del corpo dell'uomo. Fu lui a scoprire l'esistenza del dotto parotideo («dotto di Stenone»); a dimostrare che i muscoli contraendosi modificano la loro forma ma non il loro volume; che il cuore non è, come si riteneva, fonte di calore e involucro dell'anima, bensì un muscolo consistente in due pompe fra loro indipendenti; che le ghiandole hanno funzione diversa da quella dei linfonodi. Stenone scopre la funzione delle ovaie e delle tube uterine nei mammiferi; dimostra che tutti gli animali, compresi i vivipari, si riproducono mediante uova; che la ghiandola pineale è presente anche nel cervello degli animali, sfatando l'idea che fosse un organo peculiare esclusivo degli esseri umani.

Si può ben dire che Stenone fu anche il fondatore delle Scienze della Terra. Primo a riconoscere l'importanza dei fossili come indicatori cronologici, con l'enunciazione dei tre principi fondamentali della stratigrafia: la successione cronologica degli strati della serie stratigrafica, la loro posizione orizzontale al momento della formazione e la loro continuità spaziale, pone le basi della Stratigrafia moderna. Riconosce che pieghe e faglie sono deformazioni degli strati dalla posizione originaria orizzontale, avvenute successivamente alla loro deposizione e che questi sono i fenomeni all'origine delle montagne.

Nel suo trattato *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus* stampato nel 1669 a Firenze, vi è anche la prima e fondamentale regola della Cristallografia, quella della costanza degli

angoli diedri, nota come «legge di Stenone»: gli angoli tra facce contigue di cristalli di una determinata sostanza sono sempre gli stessi indipendentemente dalla dimensione dei singoli cristalli.

Stenone è stato anche il primo «geologo di campagna», per avere descritto la distribuzione delle formazioni rocciose della Toscana, risultato delle sue innumerevoli escursioni, in occasione delle quali gli parve trovare prove inoppugnabili a sostegno della ipotesi diluvialista, da lui condivisa.

Scienziato veramente geniale, uno dei massimi in Anatomia e nelle Scienze della Terra, Stenone fu pioniere della metodica della ricerca come è intesa in senso moderno, perchè superò l'approccio ai problemi scientifici basata prevalentemente sulla speculazione metafisica. E benché fosse uno scienziato «biblico» perché non aveva dubbi sull'avvenimento del Diluvio universale e della Creazione, riteneva dovere di cristiano investigare le meraviglie del creato, nella convinzione da lui chiaramente espressa «che si commette peccato contro la maestà di Dio se non ci si sforza di indagare in tutto ciò che Egli ha creato». Emblematica sintesi del suo pensiero scientifico è la dichiarazione: «*pulchra sunt quae videntur, pulchriora quae sciuntur, pulcherrima quae ignorantur*»

GIOVANNI ARDUINO, ITALIANO (1714-1795)



Arduino, contemporaneo e quasi coetaneo di Lehman nacque a Caprino Veronese da povera famiglia contadina ma è educato «signorilmente» grazie al mecenatismo del marchese Andrea Carlotti, suo padrino al battesimo, che lo mantiene a Verona a sue spese per fargli studiare geometria e disegno.

Giovanissimo lo troviamo all'opera nei dintorni di Bressanone in Alto Adige (Süd Tirol) con la qualifica di «apprendista» nelle miniere di ferro a Chiusa (Klausen). Segnalatosi per le spiccate capacità organizzative del lavoro e grande padronanza delle tecniche estrattive, dal 1740 al 1778 è alla direzione delle miniere nel distretto metallifero vicentino. Nello stesso periodo è anche «perito ingegnere» consulente delle miniere nel Senese e nel Modenese.

Muore a Venezia nel 1795, dove dal 1778 copriva l'incarico di Sovrintendente della Repubblica Veneta all'Economia Agraria e alle Miniere.

Arduino non si limitò a migliorare le tecniche di estrazione, tratta-

mento del minerale e i conti economici dell'impresa, ma si impegnò con grande passione anche alla ricerca geologica. Egli suddivise la Terra in 3 ordini: primitivo, secondario, terziario; e le rocce in «monti primari o minerali» quelli contenenti giacimenti metalliferi, «monti secondari» quelle di rocce stratificate e fossilifere, «monti terziari» quelli di formazioni costituite da materiali erosi da quelle dei «monti primari e secondari» (oggi definite clastiche); e un quarto ordine «comprensivo di tutte le pianure, che sono anch'esse formate da strati sopra strati, per alluvioni e deposizioni di materiali, condotti giù da' monti dall'acque de' fiumi».

Alcuni suoi schizzi inediti, «abbozzi fatti per memoria» durante le tante sue escursioni, sono la prova che Arduino, con Lehmann, fu pioniere della illustrazione geologica di una regione. Quello del territorio di Bolca con autografa la data: *1740 7bre*, da lui tracciato a matita probabilmente direttamente sul posto e poi ripassato ad inchiostro, è un documento di grande importanza perché se non proprio il primo, certamente è uno dei primissimi tentativi di carta geologica; vi sono infatti segnati i filoni di minerali, la direzione e la inclinazione degli strati, le aree di affioramento delle diverse formazioni e le indicazioni della presenza o meno di fossili.

Il più sorprendente dei documenti geologici disegnati dell'Arduino è la sezione lito-stratigrafica della valle dell'Agno nel Vicentino tracciata nel 1758: è di ben poco diversa dalla successione stratigrafica e dall'assetto tettonico della valle dell'Agno come sono oggi conosciuti. La tecnica del disegno è analoga a quella usata da Lehmann per la sezione degli Herzgebirge.

Arduino intuì che la formazione delle montagne era dovuta a fenomeni di «innalzamento» e riconobbe nei fenomeni erosivi e meteorici gli agenti della morfologia: «le montagne... macerate di continuo dalle vicende del gelo, del caldo, delle piogge, corrose dal rapido corso delle acque... si abbasseranno e diminuiranno sempre».

Arduino fu anche lo scopritore del vulcanismo antico del M. Amiata; ed il primo ha intuito la genesi del fenomeno oggi definito metamorfismo di contatto, attribuendolo correttamente all'azione di una «roccia ignea vicina».

Le scoperte dell'Arduino hanno avuto grande influenza sul progresso dell'Arte mineraria e della Geologia. La sua metodologia di ricerca e di interpretazione dei fenomeni è decisamente innovativa rispetto al modo di indagare tradizionale degli scienziati suoi contemporanei insegnanti nelle Università, che ancora privilegiavano le speculazioni teoriche condizionate da riflessioni filosofiche.

Giovanni Arduino pubblicò numerose note e memorie di argomenti

riguardanti soprattutto l'arte mineraria. Di particolare interesse sono: *Due lettere del Sign. Giovanni Arduino sopra varie osservazioni naturali* inviate nel 1759 ad Antonio Vallisnieri, professore di Storia Naturale nell'Università di Padova; e il *Saggio fisico-mineralogico di Lithogonia e Orognosia* pubblicato nel 1774, perchè rappresentano la sintesi della metologia da lui adottata nelle ricerche.

Giovanni Arduino, senza dubbio «padre della Geologia italiana», come Lehman suo contemporaneo va considerato anche pioniere della Geologia applicata.

JOHANN GOTTLÖB LEHMAN, TEDESCO (1719-1763)



Nasce a Langenhennersdorf, villaggio vicino a Pirna in Sassonia. Iniziati a Lipsia gli studi universitari in medicina, dal 1739 li prosegue a Wittenberg, dove consegue la laurea nel 1741. Poco dopo, stabilitosi a Dresda ma con scarsa propensione per la professione di medico, fa le sue prime esperienze chimico-mineralogiche per conto della locale industria mineraria.

Nel 1750, chiamato dal Consiglio delle Miniere della Prussia che gli commissiona lo studio sulle risorse minerarie della regione, va a Berlino dove insegna Mineralogia ed Arte mineraria. Socio dal 1754 della Imperiale Accademia Prussiana delle Scienze, nel 1761 ottiene per chiara fama la cattedra di chimica e la direzione della facoltà di Scienze Naturali a Pietroburgo, dove rimane fino alla morte per fatale incidente avvenuto nel suo laboratorio di analisi chimica, avvelenato da arsenico fuoriuscito da una storta che stava riscaldando.

Lehman è considerato il fondatore della Petrografia moderna perché la sua classificazione delle rocce del 1756 è la prima basata non solo sulle caratteristiche mineralogiche, ma anche (e questa è la grande novità) secondo la successione cronologica della loro formazione.

Come Ray e Stenone, anche Lehmann era «nettunista»; riteneva il Diluvio la culla di tutte le rocce esistenti, da lui suddivise in tre grandi «categorie di montagne»:

- «montagne primitive (*Urgebirge*) quelle di rocce non stratificate; essendo prive di fossili, considerava la loro formazione precedente all'avvento del Diluvio e degli organismi viventi.
- «montagne stratificate» (*Flötzgebirge*) quelle formate da rocce in strati e fossilifere, formatesi durante il Diluvio.

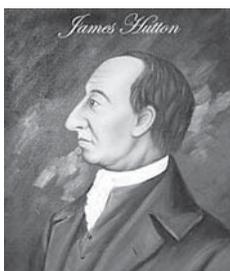
- «montagne sabbiose» (*Aufgeschwemmte Gebirge*) quelle di rocce poco cementate o sciolte, posteriori al Diluvio.

Lehmann suddivise «le rocce stratificate» della Prussia in *Zechstein* e *Rotbes Todliegende* (*Rotliegende*), nomi ancora attuali di quelle due formazioni del Permiano. Probabilmente è stato anche il primo a tracciare una sezione litostratigrafica; in un suo disegno pubblicato nel 1756, sono distinti ben trenta tipi rocciosi degli Herzgebirge in Turingia correttamente sovrapposti in serie.

Analizzando nel 1761 campioni provenienti da una miniera negli Urali, Lehman scoprì un minerale nuovo, di colore rossastro tendente al giallo, fino ad allora ignoto: era la crocoite (PbCrO_4) che chiamò «piombo rosso» (*Rotbleierz*). Vi individuò la presenza del piombo quale componente principale, ma non il cromo, poi isolato da Nicolas Louis Vaquelin nel 1798.

Lehmann lasciò molte pubblicazioni. Le più importanti: *Versucht eine Geschichte von Flötz-Gebirgen, betreffenden Versuch deren Entstehung darinnenbefindliche Metallen, Mineralien und Fossilien* (1756); *Physikalische Gedanken über die Ursache deren Erdbeben* (1757); *Kurzer Entwurf einer Mineralogie* (1758); *Cadmologie oder Geschichte des Farben-Kobolds* (1760).

JAMES HUTTON, SCOZZESE (1726-1797)



Nativo di Edimburgo è figlio di William Hutton, proprietario terriero e tesoriere comunale. È verosimile che l'interesse per la Geologia, scienza che allora muoveva i primi incerti passi, gli sia venuto dall'osservazione attenta dei terreni e delle formazioni rocciose che vedeva nelle campagne della famiglia e nei dintorni.

Rimasto orfano di padre quando era ancora bambino, lo troviamo giovane apprendista nello studio di un noto avvocato di Edimburgo; il quale, avendolo sorpreso a fare analisi chimiche durante l'orario d'ufficio, consigliò la madre di avviare James a studi a lui più consoni di quelli dei codici e delle pandette. E la madre lo mandò alla Scuola superiore e poi all'Università di Edimburgo, dove Hutton frequentò il corso in Medicina per tre anni, completandolo poi a Parigi. La laurea la conseguì a Leida nel 1749.

Come già aveva fatto Lehmann, anche Hutton abbandona la professione di medico dopo averla esercitata per un anno o poco più; lo fa

per dedicarsi totalmente alla conduzione diretta della fattoria avuta in eredità. E per acquisire esperienze in agricoltura e in economia aziendale agricola viaggiò molto, recandosi prima a Norfolk, poi in Olanda, Belgio e Francia. Per quindici anni si dedicò quale *gentleman farmer* alle sue proprietà nel Berwickshire, applicando le metodologie innovative apprese nei suoi viaggi all'estero. Poi, compiaciuto e soddisfatto di averle portate a un alto livello di produttività, rimasto scapolo, nel 1798 si stabilì con le tre sorelle nubili ad Edimburgo, dove rimase fino alla sua morte.

Hutton era credente e a quanto si sa anche devoto. Ma con esemplare onestà intellettuale non esita ad affermare che nella storia della Terra «noi non troviamo né la traccia di un inizio né la prospettiva di una fine»; e che Dio ha creato la Terra perché fosse anzitutto «l'abitazione dell'uomo», ovvero un ambiente «che saggiamente si autorigenera in perpetuo dei suoi elementi vitali».

Secondo Hutton, il quale è stato il più autorevole dei plutonisti, il motore di tutti i fenomeni geologici è il calore interno della Terra. Tutte le rocce hanno origine dalla demolizione di altre più antiche, i cui detriti andati a finire in mare, per effetto della pressione si consolidano a formare nuove rocce, poi sollevate e deformate dalla grande forza espansiva del calore sotterraneo; fin dalle primissime fasi del sollevamento fuori dalle acque marine, le nuove rocce esposte all'atmosfera sono a loro volta demolite dall'erosione che si esaurisce solo ad avvenuto spianamento dei rilievi emersi; i materiali erosi e depositi sui fondali marini, a loro volta sollevati e dislocati vanno a formare i continenti, forme transitorie in continua trasformazione; gli ammassi e i filoni minerali hanno origine da materiale incandescente, iniettato allo stato di fusione nelle fratture delle formazioni dislocate.

Con queste affermazioni Hutton enuncia per primo i principi di ciclo geologico, dell'attualismo e della estrema lunghezza dei tempi geologici, illustrandoli nel 1785 a una riunione accademica della Real Society di Edimburgo con la memoria: *Theory of the Earth, or an Investigation of the laws observable in the composition, dissolution and restoration of land upon the globe*.

Hutton fu eminente scienziato anche in altre discipline. In *Theory of Rain* pubblicata nel 1784, un anno prima della edizione della *Theory of the Earth*, dimostra che la quantità di vapore acqueo trattenuto nell'atmosfera aumenta con la temperatura; e che l'intensità delle precipitazioni meteoriche è proporzionale alla differenza di temperatura delle due masse d'aria che si incontrano.

Nel 1792 dà alle stampe: *Dissertations on different subjects in Natu-*

ral Philosophy, una raccolta di sue riflessioni su alcuni fenomeni: coesione, fluidità, elettricità, calore. E in: *Investigations of the principles of knowledge* si occupa anche di metafisica; vuole dimostrare che il mondo esterno quale noi lo concepiamo non corrisponde alla realtà, ma è frutto della nostra immaginazione.

Negli ultimi anni della vita Lehman si dedicò al riordino dei suoi numerosi scritti di agronomia e dei suoi esperimenti nell'allevamento del bestiame che avrebbe voluto riuniti in un trattato dal titolo *Elements of Agriculture*, rimasto incompiuto per il sopraggiungere della sua morte.

Hutton perfezionò le metodologie di indagine inaugurate da Lehmann e Arduino ed elaborò le teorie che gli valsero l'unanime riconoscimento di essere stato lui il «padre della Geologia moderna».

ABRAHAM GOTTLLOB WERNER, TEDESCO (1750-1817)



Nasce a Upper Lusatia in Sassonia, rampollo di una famiglia di antica tradizione mineraria. Fin da bambino, istruito dal padre che era ispettore minerario a Wehrau a riconoscere i minerali, il suo gioco preferito era consultare un dizionario delle miniere e far collezione di minerali e rocce.

A nove anni è inviato a scuola a Buntzlau in Slesia, dove rimane fino al 1764, anno in cui quattordicenne ritorna a Wehrau, con la ingenua speranza di poter succedere prima o poi al padre nella carica di ispettore minerario. Diciannovenne, in occasione di un suo viaggio a Freiberg, accetta la proposta di iscriversi al locale Istituto Minerario, dove si distinse per diligenza e per le non comuni conoscenze in Mineralogia acquisite fin dall'infanzia.

Studente dal 1771 alla Università di Lipsia, Werner ancor prima di laurearsi scrive un trattato sulla morfologia e le caratteristiche macroscopiche dei minerali, accolta con favore dai mineralogisti suoi contemporanei. Dal 1775 è ispettore e contemporaneamente insegnante di Mineralogia a Freiberg, la città dove era stato allievo dell'Istituto Minerario.

Estimatore di Lehmann suo compatriota, Werner per 40 anni si dedica con grande impegno e passione alla Mineralogia, alla Litologia, ma soprattutto all'insegnamento. Per la sua fama di eccellente docente

quella scuola mineraria diventa uno dei centri didattico- scientifici più noti e apprezzati, frequentata da studenti di tutta Europa,

Werner pubblicò due trattati: *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilium* quando era ancora studente e *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten* nel 1787. Scrisse anche numerose dispense destinate ai suoi studenti, rimaste inedite; se pubblicate, avrebbero costituito un importante e innovativo trattato di Litologia e Stratigrafia.

Werner fu un sostenitore molto autorevole del nettumismo; la sua teoria era che tutte le rocce tranne le più antiche fossero di origine marina. Le classificò in: a) «primarie» pre-diluviali quelle prive di fossili; b) «di transizione» quelle contenenti pochi fossili, attribuibili alla prima fase della grande innondazione; c) «secondarie» quelle molto fossilifere che riteneva essersi formate durante il diluvio; d) «terziarie» quelle all'apparenza più recenti, indicate come posteriori al diluvio, ma anch'esse di origine marina però non meglio specificata.

Egli riteneva che la distribuzione spaziale delle formazioni rocciose non fosse dovuta al caso, ma che fosse avvenuta secondo un ben definito ordine; che tutte le rocce, anche i graniti, i basalti e simili, si fossero formate per precipitazione chimica nell'ambiente acqueo dell'unico oceano primitivo; i vulcani li riteneva fenomeni anomali provocati dalla combustione di carbone sotterraneo.

Werner non amava viaggiare e i suoi studi furono limitati alla Sassonia. Per questa ragione la sua classificazione litologica, sicuramente originale e innovativa perchè fatta non soltanto in base ai componenti mineralogici ma anche secondo la successione cronologica, non era ritenuta applicabile al di fuori di quella regione.

Werner, che in Germania è considerato il padre della Geologia tedesca, più che per le sue teorie merita di essere annoverato fra i protagonisti della evoluzione della Geologia perchè fu Maestro insigne; gli insegnamenti da lui impartiti a generazioni di studenti in tanti anni di appassionata attività didattica ebbero importanza determinante per la divulgazione dell'interesse, quindi anche per il progresso delle Scienze della Terra.

GEORGES LÉOPOLD CHRÉTIEN CUVIER, FRANCESE (1769-1832)



Nasce a Montbéliard, enclave francofona nel Ducato tedesco protestante del Württemberg, dove la sua famiglia di fede luterana era emigrata dal Giura francese cattolico per sottrarsi alla sempre incombente minaccia di persecuzioni religiose.

Frequentata per quattro anni l'Accademia Caroliniana di Stoccarda, nel 1788 Cuvier va in Normandia a Fécamp a fare il precettore dei figli del conte di Héricy. Fu lì che Cuvier ebbe occasione di conoscere e farsi apprezzare da un ricco e influente agricoltore del luogo, il quale con la sua raccomandazione lo fece assumere come assistente di Anatomia comparata al Museo di Storia Naturale di Parigi.

Nel 1798 Cuvier è «lettore» alla Ecole Central du Panthèon; e nel 1799 succede a L.J. Daubeton alla cattedra di Storia Naturale al Collège de France.

La carriera scientifica di Cuvier e il suo *cursum honorum* non si interrompono con la caduta della monarchia; anche durante il successivo regime napoleonico Cuvier ebbe onorificenze e alti incarichi nella pubblica amministrazione: Consigliere di Stato, Ispettore Generale della Pubblica Istruzione, Presidente ad interim del Consiglio Nazionale della Pubblica Istruzione e del Dipartimento degli Interni. E alla restaurazione della monarchia dopo la caduta di Napoleone, la sua fama e il suo prestigio personale erano tali che fu fatto Grande Ufficiale della Legion d'Onore nel 1826, barone pari di Francia e Presidente del Consiglio di Stato nel 1831.

Dotato di indubbio carisma, Cuvier era un grande intellettuale, reazionario al punto da pronunciarsi pubblicamente contro la divulgazione popolare del sapere. Abile nel valorizzare la sua immagine, convinto della propria superiorità intellettuale tanto da vantarsi pubblicamente di saper ricostruire lo scheletro di qualsiasi animale partendo da un unico osso, professore autoritario, permaloso ed estremamente esigente, le cronache riferiscono che alcuni suoi studenti travestiti da diavoli si recarono nottetempo sotto le sue finestre a cantare: «Cuvier, Cuvier, siamo qui per mangiarti». Al che Cuvier imperturbabile replicò: «gli animali con corna e zoccoli sono erbivori, quindi voi non potete mangiarmi; e levatevi dai piedi!»

Cuvier suddivise il mondo animale in quattro raggruppamenti come «classi autonome», in nessun modo fra loro collegabili: vertebrati, molluschi, articolati (insetti e crostacei) e radiati.; classificazione basata sul

principio della subordinazione dei caratteri e sulla teoria biologica del fissismo, contrapposta a quella dell'evoluzionismo del suo contemporaneo e connazionale J.B.Lamarck.

Cuvier è però il primo a inserire i fossili nella classificazione degli animali, interpretandoli quali indicatori cronologici nelle successioni stratigrafiche. Per spiegare la loro origine enuncia la teoria del catastrofismo, una successione di violenti cataclismi per terremoti, eruzioni vulcaniche, inondazioni globali che avrebbero ripetutamente e drasticamente modificato la superficie terrestre e distrutto ogni forma di vita ivi esistente, seguite da creazioni divine di nuove forme di vita; ultima in ordine di tempo quella dell'uomo.

Autore di numerosissime pubblicazioni, Cuvier espose le sue teorie in un trattato di 7 volumi: *Recherches sur les ossements fossiles*, pubblicati in tre successive edizioni tra il 1812 e il 1825; e successivamente in *Discours sur les révolutions de la surface du Globe, et sur les changements qu'elles ont produit dans le regne animal*, edito a Parigi nel 1825. Sono trattati esemplari per chiarezza di esposizione scientifica e per bello stile letterario.

Riconosciuto come il fondatore della Paleontologia e della Anatomia comparata, in Francia Cuvier è considerato il leader della elite degli scienziati francesi di tutti i tempi.

WILLIAM SMITH, INGLESE (1769-1839)



Nato a Churchill, un villaggio del Oxfordshire, da famiglia di piccoli proprietari terrieri, la sua fu una esistenza per buona parte assai grama. Snobbato per le umili origini, perseguitato da una sequela di disgrazie, amareggiato da cocenti delusioni professionali e da disavventure di ogni genere, perfino condannato al carcere, Smith è un classico esempio di persona jellata. Proprio l'opposto del suo coetaneo Cuvier.

Rimasto orfano di padre alla età di otto anni, il piccolo Smith fu affidato alla famiglia di uno zio, anche lui agricoltore. Partecipando ai lavori quotidiani della fattoria, Smith vede certi fossili, pare fossero ricci di mare, che usavano per la conta dei pani di burro. E quando ancora giovanetto fu mandato a lavorare in una miniera di carbone dei dintorni, si rese subito conto che i fossili non erano soltanto oggetti curiosi da ammirare, ma reperti importanti. Infatti aveva notato che i fossili pre-

senti negli strati non erano sempre gli stessi; che un determinato strato di una serie era distinguibile dagli altri proprio per i fossili suoi caratteristici e che per questo era riconoscibile, non solo nell'ambito della miniera, ma anche all'esterno nei dintorni della stessa.

Abbandonato il duro lavoro minerario, Smith ebbe per qualche tempo impiego temporaneo (oggi si direbbe precariato) come sovrintendente al servizio di una società specializzata nella esecuzione di canali. Ma insoddisfatto anche di questo lavoro, decise di esercitare quella che oggi si direbbe la libera professione che gli consentiva di viaggiare, perché questa era da sempre la sua aspirazione.

Nel 1798 stava consultando una mappa regionale della vegetazione quando gli venne l'idea di fare una carta analoga delle formazioni geologiche dei dintorni di Bath; è il documento ritenuto la prima carta geologica degna di questo nome. Smith pensò poi di estenderla a tutta l'Inghilterra, una impresa per quei tempi temeraria, che gli riuscì di portare a termine lavorandoci per anni con sopralluoghi e ricerche. Nel 1815 poté finalmente pubblicarla con il titolo: *A delineation of the Strata of England and Wales with a part of Scotland*.

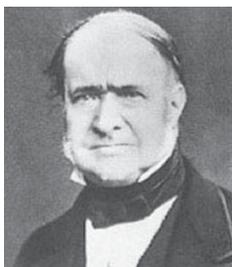
Quel documento, in seguito proclamato addirittura «la carta che ha cambiato il mondo», fu clamorosamente plagiato e commercializzato da personaggi influenti ma evidentemente di pochi scrupoli. Per Smith fu bancarotta che molto dignitosamente egli cercò in tutti i modi di evitare. Giunse a privarsi della sua amatissima collezione di fossili venduta al *British Museum*; ma con il ricavato di quella sofferta vendita poté estinguere solo una parte dei suoi debiti; arrestato, nel 1819 fu condannato al carcere.

Smith fu poi riabilitato e i suoi meriti riconosciuti, ma molto tardivamente. Aveva ormai 62 anni quando nel 1883 la Royal Society di Londra gli conferì la prestigiosa Wollaston medal; e in quella occasione solennemente lo proclamò «Padre della Geologia inglese». E nel 1838 il prestigioso Trinity College di Dublino lo fece Dottore onorario.

Smith trascorse gli ultimi anni della sua vita in una situazione finanziaria di benessere, grazie a una pensione vitalizia attribuitagli *motu proprio* dal Re Guglielmo IV. Un anno prima di morire ebbe un altro importante e per lui molto gratificante riconoscimento: il governo di Sua Maestà Britannica lo nominò membro della commissione di esperti per la scelta della pietra da costruzione per l'erigendo nuovo palazzo di Westminster.

Quando Smith nacque si stava ancora discutendo su cosa fossero i fossili. Quando Smith morì, grazie a lui, ai fossili era riconosciuto il ruolo di indicatori della cronologia relativa delle diverse formazioni.

LÉONCE ELIE DE BEAUMONT, FRANCESE (1798-1874)



Nato nel castello di Canon nei dintorni di Mézidon (Calvados), fin da ragazzo manifesta interesse e grande disposizione per la Geologia. Dopo aver compiuto tutti gli studi a Parigi, da l'Ecole des Mines fino al diploma di ingegnere ottenuto a pieni voti e citazione di «il migliore» dalla prestigiosa Ecole Polytechnique della quale è tutt'ora grande

vanto averlo avuto come allievo, Elie de Beaumont inizia la carriera di ingegnere nel Corpo delle Miniere, applicandosi soprattutto alla ricerca.

Nel 1822 con il collega Dufrenoy come collaboratore, ebbe l'incarico di realizzare l'ambizioso progetto di una carta geologica di tutta la Francia. I due infaticabili ingegneri colleghi e amici percorsero in lungo e in largo il Paese dal 1825 al 1836, per più di 100.000 km, delimitando le diverse formazioni geologiche con l'ubicazione dei giacimenti di maggiore interesse minerario. La carta fu pubblicata nel 1840 con dettagliate note illustrative.

La classificazione dei «sistemi montuosi» proposta da Elie de Beaumont è basata sul loro orientamento geografico e sull'epoca ipotizzata del loro sollevamento: un tentativo originale e innovativo di interpretare la tettonica e il meccanismo delle orogenesi come conseguenza di contrazioni superficiali del pianeta per effetto del raffreddamento; egli illustrò il fenomeno con il paragone universalmente noto «della mela vizza».

Elie de Beaumont enuncia il concetto della età relativa delle dislocazioni, prima di allora non compiutamente considerato; e in *Notice sur les systèmes de montagnes*, addita come cause delle orogenesi il prevalere delle spinte tangenziali rispetto a quelle verticali sostenute dal suo contemporaneo Léopold de Buch.

Autore anche di molte altre pubblicazioni di argomenti minerari, quali *Note sur les émanations volcaniques et métallifères*, *Description des Vosges*, *Les Gisements de phosphore*, de Beaumont va ricordato per le sue mirabili *Leçons de Géologie pratique* impartite dalla cattedra di Geologia del College de France.

Elie de Beaumont ebbe in vita incarichi prestigiosi e ambiti riconoscimenti: nel 1832, appena trentaquattrenne, fu chiamato a succedere a de Cuvier al College de France; dal 1832 fu titolare della cattedra di Geologia nella già allora famosa Ecole des Mines; dal 1835 socio della Académie de France della quale nel 1853 fu eletto «segretario perpetuo».

Grande Ufficiale della Légion d'honneur e Presidente del Conseil général des Mines, divenne Senatore nel 1861, vale a dire dall'inizio della istituzione di quel Senato allora Imperiale.

A Elie de Beaumont, gloria nazionale di Francia, è riconosciuto anche il merito di essere stato il fondatore della Geomeccanica.

CHARLES LYELL, SCOZZESE (1797-1875)



Figlio primogenito di un nobile proprietario terriero, Lyell nacque a Kinnordy presso Kirriemuir nello Forfarshire. In una autobiografia ricorda con gratitudine il padre traduttore di Dante e botanico dilettante molto competente, per avergli trasmesso la passione per le Scienze Naturali: fin dalla infanzia il suo gioco preferito era collezionare insetti. Ma dopo aver letto alcune pubblicazioni sui fossili, fra le quali quella allora da poco edita di William, tutto il suo interesse fu per le Scienze geologiche.

Lyell si laurea a Oxford nel 1821, in lettere e non molto brillantemente, come lui stesso aveva il vezzo di ricordare. Poi va a Londra con l'intenzione ma scarso convincimento, di esercitarvi l'avvocatura; professione che infatti abbandonò ben presto, adducendo a giustificazione una sua forte miopia, per dedicarsi «anima e corpo» alla Geologia.

Lyell fece viaggi in tutto il mondo, convinto, come ebbe a scrivere, che «un geologo moderno deve anzitutto viaggiare, poi viaggiare e ancora viaggiare». Benché costretto a ricorrere sistematicamente alla dettatura per la sua forte miopia, Lyell pubblicò moltissimo. Oltre a *Principles of Geology* le sue opere più significative e importanti sono: *Elements of Geology* e *The Geological Evidence of the Antiquity of Man*, scritte in uno stile letterario molto elegante e chiaro.

Le prime campagne geologiche Lyell le fece in Inghilterra, seguite da moltissimi altri viaggi in Francia, Danimarca, Svezia, Nord America, Madera, Tenerife e altrove. Venne anche in Italia, dove fra l'altro studiò la struttura dei vulcani del Napoletano e della Sicilia e il fenomeno del bradisismo, che descrisse magistralmente portando ad esempio le vicende del tempio di Giove Serapide a Pozzuoli, avvenuto per movimenti alterni di sommersione e emersione dimostrabili per la presenza di perforazioni lasciate da litodomi nell'intervallo tra 3,50-3,90 m sopra il livello attuale di massima marea e visibili su tre delle colonne di quel tempio-mercato romano, rimaste erette nella loro posizione originale.

Il suo ponderoso e documentatissimo trattato: *Principles of Geology* in tre volumi rappresenta una opera miliare per le Scienze della Terra e sancisce l'atto di nascita della Geologia come scienza positiva. Nella monumentale rassegna sono magistralmente descritti e analizzati i molteplici fenomeni geologici e morfologici da lui osservati e studiati nei Paesi visitati. Dimostrò che la Terra è vecchissima, che la morfologia è da sempre in continua modificazione per cause che sono le stesse di quelle «attualmente operanti», confermando con argomenti e prove inoppugnabili la validità del principio dell'attualismo enunciato per primo da Hutton, ma senza addurne prove.

Lyell fu pioniere della metodologia moderna per la datazione delle rocce basata sul rigoroso studio comparato dei fossili in esse contenuti. Confermò con dati ulteriori le successioni litologiche delle serie stratigrafiche proposte da Smith, suddividendole ulteriormente in «sistemi» a loro volta suddivisi in «periodi».

Intellettuale vero, appassionato anche della musica e delle arti in genere, attivo in politica, Lyell era di religione luterana e devoto. Ma di fronte all'atteggiamento del clero inglese, pervicacemente sospettoso e ostile alle scoperte scientifiche, non esitò a protestare pubblicamente e ripetutamente contro l'influenza negativa esercitata dalla Chiesa Anglicana. E quale autorevole socio della Geological Society partecipò personalmente agli accaniti dibattiti su se e come fosse possibile conciliare la tradizione biblica del Diluvio con i risultati delle scoperte più recenti che facevano intravedere una storia lunghissima del nostro Pianeta.

Va ricordato che Darwin, a conferma della sua teoria della evoluzione, si riferì anche agli studi di Lyell sui fossili e sul processo di fossilizzazione. E che Lyell, dapprima autorevole sostenitore della immutabilità della specie, venuto a conoscenza delle conclusioni di Darwin, ne divenne amico e il più schierato dei sostenitori, ammettendo l'errore di «avere seguito supinamente una strada sbagliata». E Darwin nel riconoscere l'onestà intellettuale di Lyell così si esprese: «considerando la sua età, le sue precedenti opinioni e il suo stato sociale, penso proprio che il suo comportamento sia stato eroico».

Lyell ebbe incarichi importanti e anche molte onorificenze. Fu presidente della Geological Society, insegnò alla Lowell Institute di Boston, fu socio corrispondente dell'Institut du France, presidente della British Association, insignito della Wollaston medal dalla Geological Society.

Fu amico del Principe consorte Alberto; e la Regina Vittoria d'Inghilterra lo nominò baronetto nel 1864. La sua tomba è nella cattedrale di Westminster.

WILLIAM THOMSON - LORD KELVIN, IRLANDESE (1824-1907)



Benchè nato a Belfast, figlio terzogenito di nobile famiglia irlandese, Thomson dai più è ritenuto scozzese; forse perché l'Irlanda la lasciò a nove anni di età, quando con la madre e i fratelli raggiunse a Glasgow il padre James che vi si era già stabilito come professore di matematica.

Thomson è noto anche come Lord Kelvin per il fatto che nel 1892 ebbe la baronia di Kelvin of Largs, il fiume prossimo alla Università di Glasgow dove Thomson insegnò fisica per 53 anni; e dove aveva seguito anche gli studi elementari e medi. Il che non deve stupire, perché all'epoca quella Università aveva annesse scuole corrispondenti alle nostre elementari e medie, riservate ad alunni riconosciuti come particolarmente dotati. Ma per gli studi universitari il padre lo iscrisse nel 1841 alla «rivale» Università di Cambridge. Anche qui Thomson si fa valere, non solo per profitto ma anche nello sport perché fu uno dei vogatori della barca della sua Università nella tradizionale sfida di canottaggio sul Tamigi fra Oxford e Cambridge.

Aveva 22 anni ed era da poco laureato quando l'Università di Glasgow lo chiamò alla cattedra di Filosofia naturale, che terrà ininterrottamente fino al 1893.

Il «molto onorabile William Thompson, primo barone di Kelvin» fu matematico e fisico prestigioso e ricercatore poliedrico, che si occupò di tutti i problemi scientifici in evidenza al suo tempo. La fama gli venne presto per le sue ricerche in termodinamica, in particolare per la teoria dinamica del calore: dimostrò che alla temperatura di -273° (da lui denominata «zero assoluto») i moti delle particelle elementari, ridotte al minimo, perdono la capacità di cedere energia. La scala termometrica centesimale è nota come «grado e scala termometrica Kelvin».

Thomson si occupò anche di telefonia, telegrafia sottomarina, sistemi di misura. Ed è autore del primo trattato moderno di Meccanica razionale.

Sicuro come era fin dall'età giovanile di essere «il più bravo», credente e convinto creazionista, Thomson riteneva che la Natura fosse espressione dell'Ordine Divino; e che i metodi di indagine eletti ad indagare su tutti i fenomeni, compresi quelli naturalistici, fossero l'applicazione delle leggi della fisica e i calcoli matematici. Da ciò la sua conclamata disistima per Lyell, i naturalisti suoi contemporanei e l'avversione alle teorie evoluzioniste di Darwin.

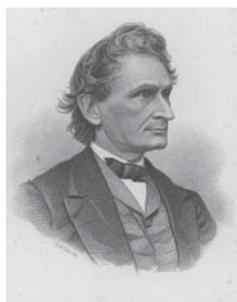
Thomson era persuaso che «questa nostra Terra era all'origine un globo arroventato, troppo caldo per consentire una qualsiasi forma di vita». Anche dopo la scoperta della radioattività fatta da Becquerel e gli studi di Maria Curie sui giacimenti di uranio che indicavano un'età della Terra ben più lunga di quella da lui calcolata, insisteva nella tesi di una età della Terra troppo breve per giustificare le teorie evoluzionistiche (aveva calcolato in 100.000.000 l'età del nostro pianeta). Ma ci sono testimonianze secondo le quali, almeno in privato, nei suoi tardi anni ammise di «avere probabilmente sbagliato» i suoi calcoli.

Benché con qualche riserva, anche Thompson può essere annoverato fra i protagonisti della evoluzione della Geologia; non tanto per le dispute accanite rimaste famose che ebbe con i naturalisti evoluzionisti, geologi o biologi che fossero, bensì per avere dimostrato con la nota: *On the dynamical Theory of heat; with numerical results deduced from Mr Julle's and equivalent of a thermal unit and M. Regnault's observations of steam* che il motore della dinamica terrestre è il suo calore interno.

Gloria nazionale britannica, oltre al titolo di Lord ebbe numerosi e prestigiosi incarichi e onorificenze, fra le quali la Knight Grand Cross of the Victorian Order, e la Presidenza della Royal Society.

Come Lyell, Thompson è sepolto a Londra nella Abbazia di Westminster.

JAMES DWIGHT DANA, STATUNITENSE (1813-1895)



Nasce a Utica nello Stato di New York al tempo della grande espansione industriale, economica e politica degli Stati Uniti d'America. Primogenito di quattro figli di un commerciante di ferramenta, cresciuto in una famiglia di religione protestante molto osservante, Dana si distingue fin dall'infanzia per vivace intelligenza, grande interesse per la Natura che manifestava collezionando instancabilmente minerali, piante e insetti; e anche buona predisposizione per la musica (fu apprezzato chitarrista).

Dana studia Scienze Naturali alla Università di Yale, con specializzazione in chimica. Appena conseguita la laurea va ad insegnare matematica all'Accademia navale USA. Nei due anni di ininterrotta crociera nel Mediterraneo imbarcato su una nave scuola, gli capitò di assistere anche a una eruzione del Vesuvio; e probabilmente fu quel che vide

quella volta che lo indusse a privilegiare gli studi geologici, in particolare quelli sui vulcani.

Ritornato nel 1834 nell'ambito della Università di Yale, compilò una classificazione dei minerali (*System of Mineralogy*) basata sulle loro caratteristiche chimiche e cristallografiche

Nel 1838, questa volta come geologo e mineralogista, partecipa a un'altra grande crociera oceanografica di 6 navi della Marina militare USA durata ben quattro anni, allestita per cartografare la morfologia e le caratteristiche geologiche di isole e approdi nell'Oceano Pacifico quali possibili basi di appoggio sulla rotta seguita dai battelli da pesca e dai cacciatori di balene nord americani diretti nell'Antartico. Con Dana erano imbarcati altri civili: botanici, zoologi, concologi, filologi; e anche due artisti. La lunghissima durata di quella estenuante crociera di esplorazione, la ferrea disciplina di bordo (*naval servitude* la definisce nel suo diario), i pericoli corsi in mare per le tempeste e a terra per l'ostilità di nativi, specie nelle isole Fiji, furono tali che Dana di crociere oceanografiche della Marina militare USA da allora non ne volle più sapere.

Dopo il secondo ritorno a Yale, per 13 anni Dana si dedica al riordino e alla elaborazione della gran messe di dati geologici, mineralogici e paleontologici acquisiti nel corso di quella crociera nel Pacifico. Alle isole Hawai ritornò soltanto nel 1887, ma da privato cittadino, per studiare il vulcanismo di quelle isole che descrisse in *Characteristics of Vulcanoës*.

Dana, che ne aveva sposato la figlia, amava citare Benjamin Silliman, fondatore della prestigiosa rivista *American Journal of Sciences*, suo «maestro di scienza e di vita». Nel 1850 Dana succede al suocero alla cattedra di Storia Naturale e Geologia della Università di Yale, che mantenne fino al 1892; e gli succede anche come editore della nota rivista nella quale pubblicò quasi tutta la sua produzione scientifica, 214 fra memorie e contributi, fra i quali: *Manual of Geology*, *Manual of Mineralogy and Lithology*, *Coral and coral Islands*.

Dana fu un protagonista di primo piano nella evoluzione delle Scienze della Terra per la sua teoria delle geosinclinali, da lui viste come enormi depressioni subsidenti dei fondi oceanici nelle quali avviene grande sedimentazione e dalle quali sarebbero sorte le catene montuose per effetto delle contrazioni ipotizzate precedentemente da Beaumont. Quello teorizzato da Dana è il concetto di geosinclinale, fondamentale della Geologia moderna, successivamente compiutamente definito come «bacino marino subsidente di accumulo sedimentario nel quale si sviluppa il fenomeno dinamico della oregonesi per spinte tangenziali».

Benché conscio degli intricati rapporti e relazioni fra specie viventi e ambiente, credente quale era, anche Dana pensava che ogni singola specie fosse stata creata come tale da Dio. Soltanto nei ultimi anni della sua vita si arrese alla evidenza scientifica dell'evoluzionismo darwiniano.

Gratificato da numerose onorificenze e riconoscimenti, fu Presidente dell'American Association for the Advancement of Science, della Geological Association of America e membro fondatore della National Academy of Sciences.

ALFRED LOTHAR WEGENER, TEDESCO (1880-1930)



Nato a Berlino in una famiglia di pastori protestanti umanisti e filologi, Alfred manifesta fin da giovanissimo un grande interesse per la meteorologia. Dopo aver frequentato le Università di Innsbruck e di Heidelberg, nel 1904 si laurea in Astronomia all'Università di Berlino.

Le prime ricerche del giovane scienziato tedesco in meteorologia e climatologia le intraprende con la collaborazione del fratello Kurt. Pioniere dell'impiego degli aquiloni e dei palloni aerostatici per lo studio della fisica dell'atmosfera, nel 1906 Wegener installa strumenti automatici di misura a bordo di un suo aerostato che stabilì anche il record mondiale di permanenza in volo (52 ore). Le registrazioni eseguite durante quel volo furono molto importanti per il progresso delle conoscenze dei fenomeni atmosferici e di conseguenza per le previsioni meteorologiche, per la telefonia, la telegrafia e le trasmissioni radio.

Sull'ala della fama venutagli dai risultati di quelle sue prime ricerche, Wegener nel 1906 è invitato ad aggregarsi a una spedizione danese, allestita per la esplorazione delle coste nord orientali della Groenlandia, a quel tempo non ancora cartografate e pressoché sconosciute. L'invito fu accettato con entusiasmo: esplorare l'ambiente artico era il sogno di Wegener fin dalla sua fanciullezza.

Ritornato da quella spedizione, nel 1909, l'Università di Marberg gli offrì l'incarico di «lettore» di Astronomia e Meteorologia applicata alla esplorazione. A Marberg, Wegener si meritò riconoscimenti e ammirazione da parte di studenti e professori per l'abilità nella didattica con la quale insegnava quelle materie giudicate piuttosto astruse e la chiarezza delle sue dispense sulla termodinamica dell'atmosfera. Pubblicate nel 1911, quelle sue dispense furono adottate come testo fonda-

mentale in tutte le Università del mondo tedesco. Wegener fu anche professore di Meteorologia e Geofisica alle Università di Amburgo e successivamente di Graz in Austria.

Wegener ritorna in Groenlandia nel 1913 con la spedizione del danese J.P.Koch; impresa definita storica per essere stata la più lunga attraversata della calotta polare compiuta a piedi.

Nel 1914, ferito in una delle grandi battaglie del primo conflitto mondiale, ancora convalescente è comandato al Servizio meteorologico dell'Esercito tedesco.

La teoria della deriva dei continenti di Wegener nasce dalla sua casuale osservazione che i margini del continente americano, se avvicinati all'Africa, vi combaciano con la conseguente ipotesi che un tempo i due continenti fossero stati riuniti. «Questa è una idea che io devo assolutamente perseguire», aveva scritto alla futura moglie nel dicembre 1910.

Wegener non è stato il primo a ipotizzare l'esistenza di un grande continente primordiale dal quale sarebbero derivati quelli attuali per progressivo reciproco allontanamento. Probabilmente il primo fu l'olandese Abraham Ortelius, nel 1596: nel suo *Thesaurus Geographicos* scrive che la configurazione dei bordi dei continenti lo induceva a ipotizzare che essi si fossero staccati un dall'altro. Questa ipotesi fu poi ripresa da altri, tra i quali Bacon, Franklin, von Humbolt; e nel primo novecento da Eduard Suess, secondo il quale all'origine dei continenti attuali vi è la frammentazione di un antichissimo continente unico. Suess però non indaga sulle cause e sulle modalità del fenomeno. Nel 1910 il geologo americano F.B. Taylor, confutando l'ipotesi della contrazione della superficie terrestre quale causa della formazione delle catene montuose, immaginò che la Groenlandia fosse la parte rimasta in posto di un unico massiccio di terre emerse dal quale si sarebbero staccati il Canada e l'Europa settentrionale per movimenti da Nord verso Sud-Est avvenuti nel Cretaceo, quando la luna sarebbe stata catturata come satellite dalla Terra per effetto di improponibili «forze di marea».

Secondo Wegener, dai primordi fino a tutto il periodo Triassico le terre emerse erano riunite in un unico grande continente, la Pangea, circondato dalle acque di un unico oceano, la Panthalassa. All'incirca 200 milioni di anni fa la Pangea avrebbe cominciato a fratturarsi in due parti, la Laurasia a nord dell'Equatore, la Gondwana a Sud. Questi due supercontinenti si sarebbero ulteriormente suddivisi durante il Cretacico, allontanandosi alla deriva nell'unico oceano di allora, la Thetis. Nel Neozoico il Nord America si sarebbe staccato dall'Europa e l'Antartide dal Sud America.

Wegener illustra la sua teoria nel 1915 in *Die Entstehung der Kontinenten und Oceanen*, uno dei più controversi e discussi trattati di Geologia, che ebbe comunque grande risonanza, tanto che nel 1922, riveduto dall'autore, fu edito anche in inglese, francese, spagnolo, svedese e russo. Wegener demoliva tutte le precedenti ipotesi e teorie sulla storia del nostro pianeta, compresa quella condivisa dai paleontologi suoi contemporanei, dei continenti un tempo collegati tra loro da grandi «ponti» di terraferma, poi sprofondati e sommersi per effetto delle contrazioni della crosta causati dal progressivo raffreddamento della Terra.

A sostegno della sua teoria, Wegener porta i risultati di molteplici indagini nelle diverse discipline delle Scienze della Terra: Geofisica, Geologia, Paleontologia, Biologia, Paleoclimatologia. Citiamo le più evidenti: corrispondenza dei margini dei continenti, i quali se si immaginano riavvicinati, si incastrano uno nell'altro a ricomporre la primitiva Pangea; caratteristiche petrografiche e geologiche dei monti Appalacchiani del Nord America del tutto simili a quelle delle Highlands della Scozia; grande analogia di composizione litologica dei depositi morenici terminali dei ghiacciai dell'Europa e dell'America settentrionale; rocce sedimentarie caratteristiche del Sud Africa che si trovano identiche in Brasile; fossili marini caratteristici di un certo ambiente climatico in zone del pianeta ove l'ambiente attuale è decisamente diverso.

Alla enunciazione della sua teoria Wegener fu bersagliato da critiche molto aspre e anche ingenerose. In un importante convegno scientifico internazionale un geologo inglese giunse a dichiarare: «...chiunque tenga alla sua reputazione di scienziato sano di mente e di buon senso non può sostenere la validità di una tale teoria». L'obiezione più fondata era al movimento delle masse continentali, che Wegener vedeva come zattere di Sial galleggianti sul sottostante Sima: una dinamica ritenuta improponibile per l'enorme forza d'attrito da vincere.

Però qualche sostenitore della sua teoria, Wegener lo ebbe fin dalla enunciazione. Il più autorevole fu il grande geologo svizzero Emile Argand, che proprio nella collisione fra continenti in movimento intravede la spiegazione delle strutture a pieghe da lui individuate nelle Alpi della Svizzera.

Nei primi anni 1930 il geologo inglese Arthur Holmes ipotizzò la possibilità di correnti convettive seppur lentissime nell'astenosfera, che è la parte superiore del mantello terrestre allo stato semifluido o altamente viscoso; queste correnti giustificano l'ipotesi del moto di deriva delle zolle crostali.

Le ricerche oceanografiche moltiplicatesi dopo la seconda guerra mondiale hanno accertato che il fondo dell'Oceano Atlantico è in espansione con moto divergente ai lati della sua dorsale sottomarina; e le indagini sul paleomagnetismo delle rocce hanno consentito di ricostruire i movimenti delle placche nel passato. Infine, con le tecnologie satellitari odierne si misurano con precisione la velocità e l'entità degli spostamenti continentali in atto.

Sono tutte inoppugnabili conferme della validità della teoria della deriva dei continenti; l'errore di Wegener, se così lo si vuol chiamare, fu ritenere che le placche in movimento fossero costituite da sola crosta continentale (Sial) e che andassero alla deriva sulla crosta oceanica (Sima); mentre è tutta la crosta (Sial + Sima) che suddivisa in placche va alla deriva muovendosi sulla astenosfera. Questa è l'opinione scientifica oggi largamente condivisa.

Il 15 Aprile 1930 Wegener parte per la sua terza spedizione in Groenlandia. Alle due precedenti aveva partecipato aggregato come meteorologo; ma di questa era il comandante, responsabile di un gruppo di 21 fra scienziati e tecnici. Il programma era stabilire tre posti fissi di registrazione meteorologica, uno al bordo Est, il secondo al centro, il terzo al bordo Ovest della calotta glaciale groenlandese.

La perdurante inclemenza del tempo, insolita per la stagione, fece ritardare fino al 17 Giugno lo sbarco nel sito scelto per il campo base delle 100 tonnellate di materiale, apparecchiature scientifiche e rifornimenti. Da quel campo, il 30 luglio partirono un glaciologo e un meteorologo per approntare il campo di mezzo dei tre, quello previsto 160 km. circa nell'interno dell'isola, a 2000 m. di altitudine. La loro marcia, già di per se durissima, fu ostacolata dall'insistente maltempo; cosicchè i due arrivarono a quel sito con una parte minima del materiale con il quale erano partiti dal campo base. Quello per la costruzione della capanna ricovero e la stazione radio ricetrasmittente erano andati perduti.

Preoccupato per il silenzio dei due spediti ad allestire il campo di mezzo, Wegener sentì il dovere di guidare personalmente una spedizione di soccorso; perché, come si trovò scritto nel suo diario, «per quei compagni era questione di vita o di morte». Con lui partirono il meteorologo Fritz Lowe e tre groenlandesi con una muta di cani da slitta. Nei primi sette giorni di marcia ostacolata dalle pessime condizioni della neve e dal vento che soffiava forte e contro, i cinque percorsero poco più di 50 km. Uno dei tre groenlandesi fece allora ritorno al campo base; Wegener con i compagni rimasti andò avanti. Il campo di mezzo lo raggiunsero soltanto il 30 Ottobre, estenuati da 40 giorni di

marcia con fortissimo vento sempre contrario e temperatura bassissima, ma felici di aver trovato in vita, benché in condizioni fisiche precarie, i due giunti sul posto in luglio: erano riusciti a sopravvivere trovando rifugio in un rudimentale riparo da loro scavato nel ghiaccio.

Il 1° Novembre al campo fecero festa perché era il 50° compleanno di Wegener. Per approfittare del persistere di quel vento, contrario all'andata ma favorevole alla marcia di ritorno, Wegener e il groenlandese Rasmus Villumsen presero la via del ritorno al campo base appena due giorni dopo. Invece i due groenlandesi che avevano avuto i piedi seriamente congelati, rimasero al campo di mezzo.

Al campo base non erano giunte notizie; ma erano convinti che tutti quelli partiti avessero deciso di rimanere a svernare al campo di mezzo. Soltanto nell'Aprile successivo una spedizione leggera partita dal campo base raggiunse quello di mezzo; e i sopraggiunti appreso che Wegener e Villumsen erano partiti per il ritorno al campo base 6 mesi prima. A quella notizia gli appena arrivati ripresero immediatamente il percorso a ritroso. E il 12 Maggio, 80 km circa dalla costa, nel posto dove all'andata avevano intravisto spuntare dalla neve il rottame di uno sci senza darvi peso, rinvennero la salma di Wegener semisepolta nel ghiaccio: era composto in un sacco a pelo accuratamente chiuso, rivestito della pelliccia, gli occhi aperti, il viso disteso, quasi sorridente. Stroncato probabilmente da infarto, il corpo di Wegener era stato amorosamente composto dal suo fedele compagno Villumsen. Di quel giovane groenlandese, scomparso in quella desolazione ghiacciata, non si ebbe più notizia.

La salma di Wegener fu recuperata nel maggio del 1932. Sul posto del ritrovamento fu piantata una croce di ferro.

TEORIE GENERALI CITATE NEL TESTO

Attualismo (sinonimo di *uniformitarismo*) - Il primo ad enunciare il principio fu J. Hutton, con l'affermazione che «nella storia della Terra non ci sono prove di un inizio e di una fine». La innovativa idea di Hutton fu ripresa e confermata con dati e prove inconfutabili da C. Lyell in *Principles of Geology* che la consacrò come teoria fondamentale della Geologia moderna, sintetizzabile in questa affermazione: «sulla Terra dai tempi più remoti cui può spingersi il nostro sguardo fino al presente hanno agito solo e senza eccezione le cause tuttora operanti e mai con gradi di energia diversi quelli attuali (*Uniformity of change*)».

Catastrofismo - Teoria enunciata da G. Cuvier nel tentativo di conciliare il succedersi delle diversità biologiche, litologiche, morfologiche e climatiche con i tempi brevi della esegesi biblica. In auge fino all'affermarsi dell'attualismo, questa teoria vuole spiegare il succedersi dei mutamenti naturali con l'avvento di improvvise, grandiose catastrofi (innondazioni, terremoti, eruzioni vulcaniche).

Creazionismo - Derivata dalla credenza ancestrale, probabilmente universale, dell'universo creato dal Divino, questa teoria si contrappone a quella dell'evoluzione; e per interpretazione teologica dei Testi Sacri (Bibbia, Corano) sostiene l'immutabilità di tutte le specie viventi in quanto create come tali da Dio. I creazionisti ortodossi «della Terra giovane» attribuiscono al nostro pianeta i 6000 anni della Bibbia. I creazionisti cosiddetti moderati «della Terra vecchia» persistono nel negare l'evoluzione, pur accettando una età lunghissima della Terra.

Evoluzionismo - Secondo la definizione moderna (neodarwinismo) è la teoria del progressivo differenziarsi degli esseri viventi iniziato dalle forme di vita primordiali che apparvero sul pianeta. È basata sul principio di Charles Darwin della evoluzione delle specie per selezione naturale, combinato con quello di Gregor Mendel sulla ereditarietà biologica.

Fissismo - In Geologia è la teoria secondo la quale la crosta terrestre sarebbe un tutto unico con il sottostante mantello, sì da non consentire moti relativi della sola crosta. In biologia è praticamente sinonimo di *creazionismo* in quanto sostiene l'immutabilità della specie nel corso del tempo.

Nettunismo - Teoria sostenuta da Werner. Accettata la genesi biblica del diluvio, l'interno della terra sarebbe solido e freddo. Tutte le rocce, anche quelle vulcaniche e metamorfiche avrebbero avuto origine in ambiente marino per precipitazione chimica o accumulazione. I vulcani sono visti come fenomeni «accidentali», provocati dalla «cottura» di formazioni carboniose superficiali.

Plutonismo - Teoria di J. Hutton in polemica con i nettunisti. Afferma che è il calore interno della Terra il massimo agente delle modificazioni della superficie terrestre, di quelle avvenute in passato come di quelle in atto.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE DI RIFERIMENTO

- AGER D.V., 1993 - *The Nature of the Stratigraphic Record* - J.Wiley and Sons. New York, pp. 1-15.
- CONVERSO CAMPANARO L., 2000 - *La storia della Geologia attraverso gli uomini che l'anno fatta grande* - ANISN Scienze Scuola-Piemonte.
- GONZALEZ M.A., 2001 - *A deeper look at Uniformitarianism* - *NDGS Newsletter*, v. 30, n. 1.
- LAUDAN R., 1987 - *From Mineralogie to Geologie: the Foundations of a Science. 1650-1830* - Chicago Univ. Press, Chicago.
- REPCHECK J., 2004 - *L'uomo che scoprì il tempo. James Hutton e l'età della Terra* - E. Cortina Ed. Milano.
- The Encyclopaedia Britannica, 1985 - *A Dict. of Arts, Scien. - Liter. and gen. Inform. Dictionary of National Biography*, 1893, Sidney Lee Ed.
- TONGIORGI M., 1996 - *Il nano e i giganti: le idee della geologia tra il '700 e il '900* - *Naturamente*, A., v. 9, n. 3, pp. 3-18,
- Wikipedia-online Encyclopedia, 2001 - Wikipedia Found.

Indirizzo dell'autore:

Giulio Antonio Venzo - Museo Tridentino di Scienze Naturali - Via Calepina, 14
(palazzo Sardagna) - I-38100 Trento, Italia
