

MATERIALI PER L'APPROFONDIMENTO 1.

DAL BIG BANG AI PRIMATI.

Le origini del sistema solare e della Terra. Gli scienziati ipotizzano che 15-11 miliardi d'anni fa esistesse ciò che oggi è chiamato "uovo cosmico", una concentrazione di materia a densità e temperatura infinitamente elevate. Questo "uovo cosmico" sarebbe poi scoppiato dando luogo al "big bang" (grande esplosione), in seguito al quale la materia avrebbe iniziato ad espandersi. Lentamente, si sarebbe formato l'Universo e la temperatura dei corpi celesti sarebbe gradualmente diminuita.

Molto tempo dopo, circa 5 miliardi d'anni fa, da una nebulosa primitiva si sarebbe formato il sistema solare. La Terra sarebbe stata un ammasso freddo, progressivamente riscaldato dall'impatto di meteoriti, dalla pressione dei suoi strati interni e dall'emissione di radioattività di alcuni suoi elementi (uranio, torio...). I gas leggeri della prima atmosfera sarebbero stati sostituiti da gas pesanti, emessi dai vulcani; una coltre di vapore avrebbe avvolto il nostro pianeta, originando le precipitazioni; le piogge avrebbero allagato la crosta terrestre e formato un immenso oceano.

Gli esordi della vita. Proprio nell'oceano si svilupparono i primi organismi viventi, aggregati di grandi molecole (macromolecole) in grado di riprodursi e di nutrirsi per fermentazione: è questo ciò che si è soliti definire come "brodo primordiale". Nell'acqua presero vita le alghe azzurre, che traevano nutrimento trasformando acqua ed anidride carbonica per mezzo della luce (processo di fotosintesi). La produzione d'ossigeno da parte delle alghe trasformò l'atmosfera e permise la formazione dell'ozonosfera¹, senza la quale nessuna forma di vita sarebbe stata possibile sulla terra emersa. Circa 750 milioni d'anni fa, sul finire del Precambriano, la fauna era già piuttosto differenziata e comprendeva invertebrati, quali i vermi e i progenitori delle attuali meduse.

Dal mare alla terraferma. Durante l'era Paleozoica, 440 milioni d'anni fa (periodo Siluriano), l'orogenesi caledoniana² mutò l'assetto geologico del pianeta, sollevando catene montuose in tutta la parte settentrionale dell'emisfero boreale e in Australia, Africa e Sud America. In questa fase, nel mare comparvero i primi vertebrati, mentre alcune piante (muschi) ed alcuni invertebrati marini svilupparono le condizioni per passare alla vita terrestre.

I blocchi continentali emersi con l'orogenesi caledoniana furono tre: uno asiatico, uno australe e uno nordamericano-europeo. Quest'ultimo, caratterizzato nel periodo Devoniano (400-360 milioni d'anni fa) da un andamento climatico che alternava periodi umidi e secchi, vide stabilirsi sulla terraferma una flora di felci arboree e una fauna di anfibi, pesci costretti dalla ciclica variazione del livello di fiumi e di laghi ad adattarsi a condizioni di vita nuove.

Dai Rettili ai Mammiferi. Verso la fine del periodo Carbonifero (360-290 milioni d'anni fa), il continente australe si scontrò con quello nordamericano-europeo (orogenesi ercinica) e nel successivo periodo Permiano (290-250 milioni d'anni fa) si formò un unico, grande continente: la Pangea. Se il Carbonifero fu caratterizzato da foreste di conifere pullulanti di anfibi ed insetti, il Permiano fu contrassegnato dai rettili, apparsi una fase climatica secca.

L'era Mesozoica (250-65 milioni d'anni fa) vide il graduale smembrarsi della Pangea e la sua divisione negli attuali continenti. Essa fu dominata dai grandi rettili, ma, sul finire del periodo Triassico (225-180 milioni d'anni fa), comparvero i primi mammiferi e, nel Giurassico (180-80 milioni d'anni fa), gli uccelli. Il periodo Cretacico (80-65 milioni d'anni fa) vide l'improvvisa

¹Ozonosfera. Strato alto dell'atmosfera, particolarmente ricco di ozono, un composto dell'ossigeno in grado di filtrare i raggi solari ultravioletti.

²Orogenesi. Insieme dei fenomeni che determinano la formazione delle catene montuose.

estinzione di molte forme di vita, compresi i grandi rettili, forse a causa di un mutamento climatico dovuto alle eruzioni vulcaniche o alla caduta sulla superficie terrestre di un asteroide.

Mammiferi e Primati. Dal punto di vista geologico, l'era Cenozoica (65-2 milioni d'anni fa) fu contrassegnata dall'orogenesi alpino-himalayana, che in Asia, Europa ed America del Nord e del Sud sollevò le catene montuose oggi più elevate. Sotto il profilo botanico, questa fase vide l'evoluzione delle Angiosperme (piante provviste di fiori); sotto quello zoologico l'evento più importante fu la dominazione della terraferma da parte dei Mammiferi, che si differenziarono in un gran numero di specie, fino a raggiungere la massima complessità con l'ordine dei Primati.

LE GLACIAZIONI.

I tempi delle glaciazioni. Durante l'era Neozoica (da 2 milioni d'anni fa ad oggi), l'emisfero boreale fu segnato dall'importante fenomeno geologico e climatico delle glaciazioni. La prima glaciazione, detta di Biber, si svolse nel Pliocene (era Cenozoica) in tempi precedenti la presenza di ominidi; la seconda, detta di Donau e posta a cavallo tra Pliocene e Pleistocene (2.5-1.8 milioni d'anni fa), accompagnò l'evoluzione di Australopithecus e di Homo habilis.

Del tutto pleistoceniche e strettamente intrecciate alle vicende umane risultano le ultime quattro glaciazioni, che prendono il nome da affluenti del Danubio presso il cui corso ne sono state studiate le tracce negli strati della crosta terrestre. Le glaciazioni di Gunz (1.2-0.9 milioni d'anni fa) e di Mindel (800-700 mila anni fa) influirono sulle vicende di Homo erectus; quelle di Riss (400-250 mila anni fa) e Wurm (75-18 mila anni fa) sui destini di Homo sapiens.

Gli effetti geoclimatici. L'inizio di un periodo glaciale era segnato da un incremento delle precipitazioni nevose alle latitudini più settentrionali e dal graduale accumulo delle nevi impossibilitate a sciogliersi nelle brevi e fresche estati. L'avanzata delle masse glaciali coinvolgeva via via zone più meridionali, fino a raggiungere un'estensione pari ai due terzi della superficie delle terre emerse; al tempo stesso, le acque marine parzialmente ghiacciate si abbassavano di livello e lasciavano emergere ampi tratti di costa. La diminuzione dell'acqua produceva un rallentamento delle precipitazioni e, con lentezza, dal periodo glaciale si passava ad un periodo interglaciale, in cui la temperatura riprendeva a salire, le masse di ghiaccio a fondersi e a ritirarsi, le acque a crescere di livello e le fasce costiere a sommergersi. Glaciazioni e periodi interglaciali erano responsabili del modellamento di ambienti fisici: la discesa delle masse glaciali lungo i pendii generava dorsali moreniche e valli; il fluire delle acque approfondiva le valli e, col trasporto dei detriti, creava ampi depositi alluvionali.

Gli effetti sull'ambiente. Glaciazioni e periodi interglaciali condizionavano anche lo sviluppo della flora e della fauna, così come confermano le osservazioni a proposito dell'interglaciale Riss-Wurm e della glaciazione di Wurm. Nell'interglaciale il clima caldo risalì verso Nord: in Europa centro-meridionale si formò un tipico ambiente di savana, popolato da elefanti, ippopotami, leoni, cervi, bovini ed equini selvatici; in Africa, le foreste si strinsero a ridosso delle valli fluviali, cedendo il passo a savane in cui dimorarono carnivori ed ungulati.

Durante successiva la fase glaciale, la tundra gelata e i grandi ghiacciai si spostarono a basse latitudini. Il suolo sgelò in estate solo superficialmente, rendendo possibile una minima vegetazione di muschi e licheni; in zone appena più meridionali, soprattutto nei mesi meno freddi, la prateria ospitò grandi erbivori, quali renne, buoi muschiati, mammut e rinoceronti lanosi; ancora più a Sud, s'estesero foreste di conifere e di betulle, abitate da orsi, camosci, alci e castori; verso il tropico del Cancro, antilopi, cavalli, cammelli e stambecchi vissero fra steppe e deserti freddi; intorno all'equatore, la vegetazione aumentò straordinariamente e nella foresta pluviale, che occupava l'assoluta maggioranza degli spazi africani, prosperarono insetti, anfibi, uccelli e mammiferi di piccole dimensioni, come le scimmie.

L'EVOLUZIONISMO.

Il problema delle origini presso gli antichi. Qual è l'origine dell'Uomo? E' stato creato o è il risultato di un lungo processo di trasformazione? Le leggi che regolano la natura valgono anche per l'Uomo? Nella scala degli esseri viventi qual è il suo posto?

La civiltà greca formulò affascinanti, accomunate dalla convinzione che nulla potesse nascere dal nulla. Esiodo riteneva che il mondo si fosse formato dal caos; Anassimandro pensava che gli uomini fossero nati dentro ai pesci; Eraclito descrisse la vita come un incessante divenire; Aristotele tramandò ai posteri l'idea di un Universo eterno, in cui le specie si riproducevano immutate.

La Bibbia, testo sacro della tradizione ebraica, fornì invece risposte d'altro tipo: Dio avrebbe creato in sei giorni il mondo con tutte le specie animali e vegetali esistenti e al suo centro avrebbe posto l'Uomo.

Il "creazionismo" biblico e i suoi dubbi. Con l'affermarsi del Cristianesimo in Occidente, la Bibbia fu ritenuta l'unica fonte attendibile per stabilire le origini della Terra e dell'Uomo. Nel Seicento, un vescovo irlandese credette di calcolare il giorno esatto della creazione del mondo: venerdì 23 marzo del 4004 a.C. Nel Settecento, il famoso naturalista C. Linneo (1707-1778) affermava che le specie erano tante quante ne aveva create Dio (teoria della fissità delle specie). Ancora ad inizio Ottocento, il passato non superava la barriera del 5.000 a.C.

Tuttavia, già dall'età Moderna, cominciò a vacillare l'idea di un Uomo statico, senza antenati, figlio di Adamo e superstite al diluvio, antico quanto lo lasciava immaginare la Bibbia. Gli eventi conosciuti non sembravano riducibili ad un tempo così limitato e i reperti fossili iniziavano a testimoniare la presenza in un passato lontano di animali ormai estinti.

G.Cuvier (1769-1832) cercò di risolvere il problema ipotizzando che le catastrofi naturali fossero responsabili dell'estinzione di alcune specie e della migrazione di altre. Pur essendo schierato dalla parte di chi propugnava la fissità della specie, egli condusse ricerche d'anatomia comparata e collaborò con alcuni geologi, indicando metodologie e raccogliendo materiali che sarebbero risultati indispensabili ai sostenitori dell'evoluzionismo.

J.B.Lamarck (1774-1829) pose le basi della concezione storica della natura. Egli affermò che le specie sono soggette a trasformazioni e che i loro cambiamenti sono dovuti alla necessità d'adattarsi all'ambiente, secondo la regola per cui la funzione crea l'organo. Per esempio, nel corso dei millenni, le giraffe avrebbero allungato il proprio collo al fine di nutrirsi delle alte fronde degli alberi, altrimenti il loro destino sarebbe stata l'estinzione per fame.

Nell'opera *Principi di geologia* (1833), C.Lyell (1797-1875) sostenne che, per spiegare la storia della Terra, si doveva ricorrere a forze naturali ancora operanti, quali i fenomeni atmosferici, le eruzioni vulcaniche e le erosioni da parte delle acque. Egli cercò di stabilire regole scientifiche svincolate dalla fede per rendere ragione della varietà dei fenomeni esistenti e della loro trasformazione nel tempo.

La teoria evoluzionista di Charles Darwin. Solo allorché Darwin (1809-1882) pubblicò "L'origine della specie" (1859), il termine "evoluzione" incominciò a far parte del bagaglio di conoscenze della comunità scientifica. Egli riprese le tesi di Lamarck, ma le capovolse affermando che ogni animale nasce con un corredo comune alla propria specie e con caratteristiche individuali; queste ultime, se vantaggiose, favoriscono la sopravvivenza nella lotta per la vita, cosicché gli esemplari più adatti ad un determinato ambiente hanno maggiori probabilità di trasmettere i propri geni. Dunque, solo le giraffe dal collo più lungo sono destinate a perpetuare la specie.

Egli considerava l'evoluzione come un meccanismo di selezione naturale che, premiando i più adatti e condannando all'estinzione gli inadeguati, a partire dagli esseri primigeni raggiungeva gradi di complessità crescente fino alla comparsa dell'Uomo, i cui antenati erano probabilmente gli stessi delle scimmie. S'affermavano così in modo definitivo sia la visione storica della natura sia

l'inclusione della nostra specie nella natura: crollavano il creazionismo e il principio per cui all'Uomo spetta un posto d'eccezione rispetto a ciò che lo circonda.

Darwin ancora non disponeva di un'abbondante documentazione fossile ed elaborò le proprie tesi rivoluzionarie soprattutto grazie alle osservazioni raccolte in cinque anni di viaggio intorno al mondo ed allo studio degli incroci di specie animali e vegetali domestiche. La conferma documentale dell'evoluzione avvenne solo successivamente, con il moltiplicarsi degli sforzi dei paleontologi; le scoperte di fossili riguardanti Primati ed ominidi delinearono in modo più articolato il processo che porta alla formazione dell'Uomo attuale.

Un'interpretazione contemporanea della teoria evoluzionista. Tuttora, le intuizioni di Darwin rimangono valide, anche se sono sottoposte a critiche e modifiche. Lo scienziato contemporaneo S.J.Gould (docente di Geologia, Biologia e Storia della scienza all'Università di Harvard, U.S.A) propone un'originale rilettura dell'opera del grande maestro.

Nella concezione di Gould, l'evoluzione non è una trasformazione graduale e lineare dal semplice al complesso, ma, al contrario, si presenta come un processo irregolare e contrassegnato da salti. A lunghi periodi di stagnazione, durante i quali le specie si riproducono immutate, seguono fasi critiche in cui la forte pressione ambientale garantisce la sopravvivenza solo agli esseri in grado d'adattarsi. "La vita non è un rassicurante albero genealogico che certifica la nostra nobiltà e inevitabilità, ma un cespuglio che si ramifica abbondantemente, e che viene continuamente sfrondata dalla sinistra mietitrice delle estinzioni di massa".

Le trasformazioni della vita sono regolate dal caso, che non premia i migliori ma solo quelli che sopravvivono per circostanze fortunate. L'evoluzione è imprevedibile e non elimina il superfluo, ma la quantità: ad esempio, alla fine del Cretacico, un evento ancora misterioso distrugge gran parte delle forme di vita esistenti, cancella dalla Terra i dinosauri, che spadroneggiavano in cielo, terra ed acqua, e premia esseri più indifesi come i Mammiferi. "(...) Sia chiaro, la vita non esiste per noi: noi siamo una casuale decorazione appesa all'albero di Natale dell'evoluzione".