

Partea a III-a

SISTEMUL PĂMÂNT - LUNĂ

Rezumat:

Ultima parte a cursului pune accentul pe sistemul Pământ – Lună, atât sub aspect dinamic-evolutiv, cât și sub aspectul structurii și al formelor actuale.

În prim-planul analizei se găsește problematica unicității mediului terestru ca rezultat al unor interacțiuni specifice, care au facilitat apariția și menținerea de peste 3,6 mld ani a unor circuite de materie și informație proprii Terrei.

Obiectivul acestei părți a cursului este de a da răspuns la două întrebări: **ce se află la baza unicității mediului terestru și de ce este posibilă această îmbinare de caracteristici doar pe Pământ.** În centrul problematicii apariției și menținerii stabilității mediului planetar stă relația dinamică stabilită între planetă și satelitul său. Stabilitatea mediului terestru, care începe cu stabilitatea climatică, reprezintă precondiția apariției și evoluției vieții spre forme inteligente.

Cursul tratează elementele specifice Lunii, de la caracteristici astrofizice, la structură internă și relief. Partea dedicată satelitelui natural al Terrei se încheie prin schimbarea viziunii cosmice cu cea a pământeanului, care poate observa pe cerul nopții schimbarea fazelor lunare și fenomene de eclipsă (de Lună sau Soare).

Unicitatea mediului terestru este urmărită atât într-o manieră statică: structură, formă, proprietăți, cât și printr-o abordare dinamică, evolutivă.

Sensul trecerii în revistă a evoluției planetare este de a identifica legile imuabile care susțin structurile durabile, dincolo de formele în schimbare.

Un subobiectiv major îl reprezintă înțelegerea arhitecturală a spațiului terestru și a mecanismelor de funcționare la diferite scări de analiză, în interrelaționare cu sistemele socio-umane.

Mediile actuale, continentale, pe Glob încheie succesiunea de prelegeri dedicate Terrei.

Luna

1. Caractere generale

Luna este singurul satelit natural al Terrei.

Raza medie a orbitei lunare este de 384 402 km. La *perigeu* (punctul cel mai apropiat de Terra) atinge 363 300 km. La *apogeu* (punctul cel mai îndepărtat de Pământ), se găsește la 405 508 km.

Diametrul lunar ecuatorial este de 3 480 km, **densitate medie** de 3,34 g/cm³, **Masa** reprezintă 1,23 % din cea a Pământului. **Accelerația gravitațională** la suprafață este de 162 cm/s² (60 kg pe Pământ devin 10 kg pe Lună). **Suprafața** satelitului este de 0,07 din cea terestră, iar **volumul** de 0,02 din cel terestru. **Albedoul** este redus, de 0,07.

Importanța Lunii pentru viață pe Terra este hotărâtoare sub 2 aspecte:

1. *mareele* care au dus la frânarea vitezei de rotație a Pământului,
2. *menținerea unei oscilații extrem de reduse a oblicității* axei de rotație a Pământului, de doar câteva fracțiuni de grad, și astfel a unui *climat stabil*. De exemplu, o oscilație de un singur grad poate genera o nouă eră glaciară (Milankovici, 1941).

2. Ipoteze asupra originii Lunii

Există foarte multe *ipoteze privind geneza* satelitului, care pot fi grupate în *patru* mari categorii: ipoteza desprinderii din Pământ, a captării, a acreției și a unui impact de dimensiuni gigantice. Ipoteza desprinderii din Terra și a acreției nu pot fi dovedite ca fiind fizic posibile. Celelalte două au și ele o probabilitate extrem de redusă. Practic, niciuna dintre ipotezele formulate nu explică în mod satisfăcător prezența Lunii alături de Terra, acest lucru rămânând în continuare un mister.

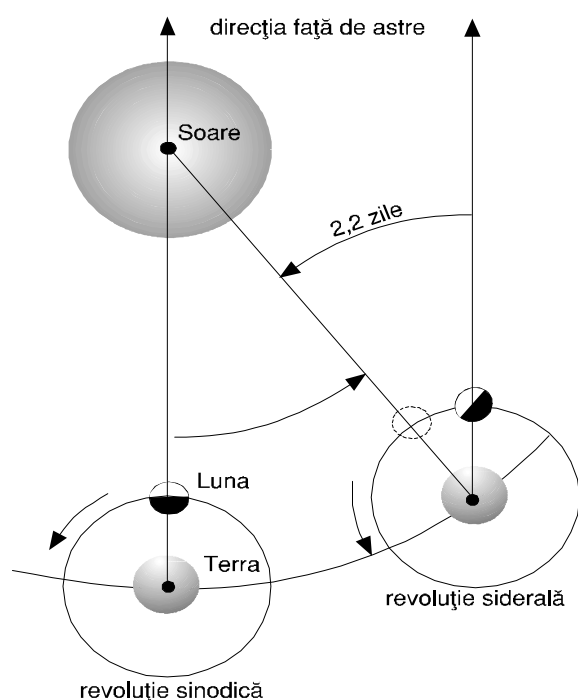
a. **Ipoteza desprinderii din Pământ** a fost formulată în 1879 de George Darwin (cel de al doilea fiu din cei zece ai celebrului Charles Darwin). Ea pornește de la ideea că la începutul formării sale, Terra se rotea extrem de repede (cu o perioadă de 2 – 3 ore), ceea ce a dus la apariția în sectorul ecuatorial a unei proeminențe. Aceasta a devenit instabilă și s-a desprins. Teoria desprinderii din Pământ poate explica diferențierile chimice dintre cele două corpuri cerești, dar nu și problemele de dinamică. Conform legii conservării momentului cinetic, viteza de rotație a sistemului Pământ – Lună (sistem format din mișcarea de rotație a Terrei și cea de revoluție a Lunii) ar fi trebuit să fie mult mai mare decât este în prezent. Teoria este astfel imposibilă.

b. **Ipoteza captării** (Cloud, 1968) presupune formarea Lunii în sectorul asteroizilor. Acum circa 3,9 mld. ani, distanța dintre cele două corpuri a devenit suficient de mică pentru ca satelitul să poată fi captat. Probabilitatea unui astfel de scenariu este însă extrem de redusă. Trecerea de la o orbită inițială heliocentrică, de formă parabolică (relativ la Terra), la cea geocentrică, eliptică, necesită o frânare extraordinară a vitezei de deplasare pe orbită a Lunii, ce ar fi dus la topirea suprafeței lunare, ca urmare a unor marea cu amplitudini de peste 200 km.

c. Ipoteza formării *concomitente* a celor două corpuri prin **procesul de acreție** nu poate explica diferențierea chimică mare, în special de ce Luna prezintă un conținut mult mai scăzut în fier (10 % din masa lunară) și elemente ușoare (Na, K cu 0,07 %) comparativ cu Pământul.

d. O a patra ipoteză a câștigat un mare interes cu ocazia conferinței internaționale din Hawaii (1984). Cu această ocazie a fost revitalizată ideea mai veche a apariției Lunii ca urmare a unui **impact meteoritic** extrem de violent, care ar fi avut loc în perioada de început a evoluției Pământului (idee formulată inițial în 1946). Această ipoteză pleacă de la necesitatea unei rotiri inițiale mai lente a Terrei. Coliziunea cu un corp de dimensiuni planetare ar fi accelerat perioada de rotație a planetei.

3. Mișcările Lunii



Orbita Lunii are o excentricitate de 0,054, fiind înclinată cu circa 5° față de ecliptică (planul orbital terestru). În timpul unei singure revoluții, Luna se va afla în planul eclipticii numai în două puncte, numite **noduri**. Linia de intersecție a celor două planuri poartă numele de **linia nodurilor lunare** (NN').

Viteza medie pe orbită a Lunii este de 1,02 km/s. Ca urmare, perioada de **revoluție siderală** (intervalul de timp dintre două conjuncții consecutive în funcție de o stea fixă) este de 27,3 zile iar **revoluția sinodică** (intervalul de timp scurs între două conjuncții succesive ale Pământului, Lunii și Soarelui) este de 29,5 zile.

Diferența dintre cele două situații este explicabilă ținând cont de mișcarea de revoluție a Terrei, ceea ce face ca repetarea fazei Lunii în raport de Soare să se realizeze într-un interval de timp mai lung cu circa 2,2 zile.

Luna are o mișcare de rotație egală ca durată cu revoluția siderală, ceea ce face ca ea să arate spre Pământ mereu aceeași față.



4. Structura internă și relieful lunar

Pe baza interpretării datelor seismice înregistrate în timpul misiunilor Apollo, s-a constatat existența mai multor discontinuități care separă învelișuri.

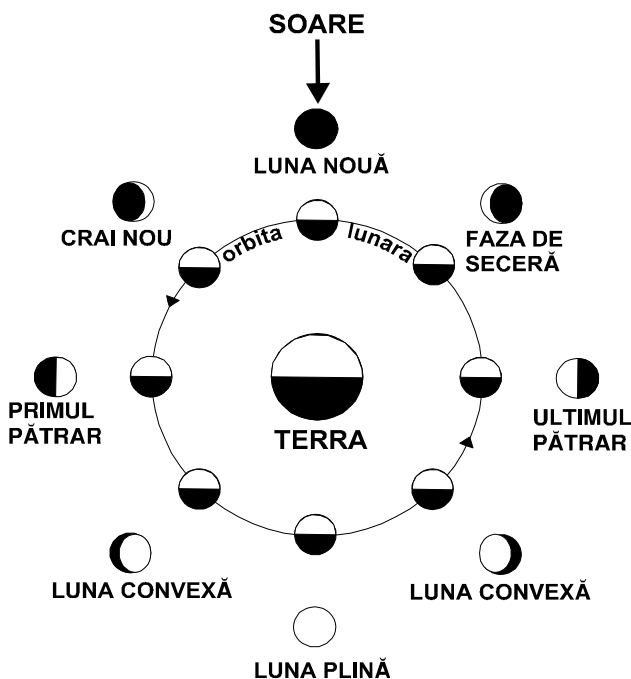
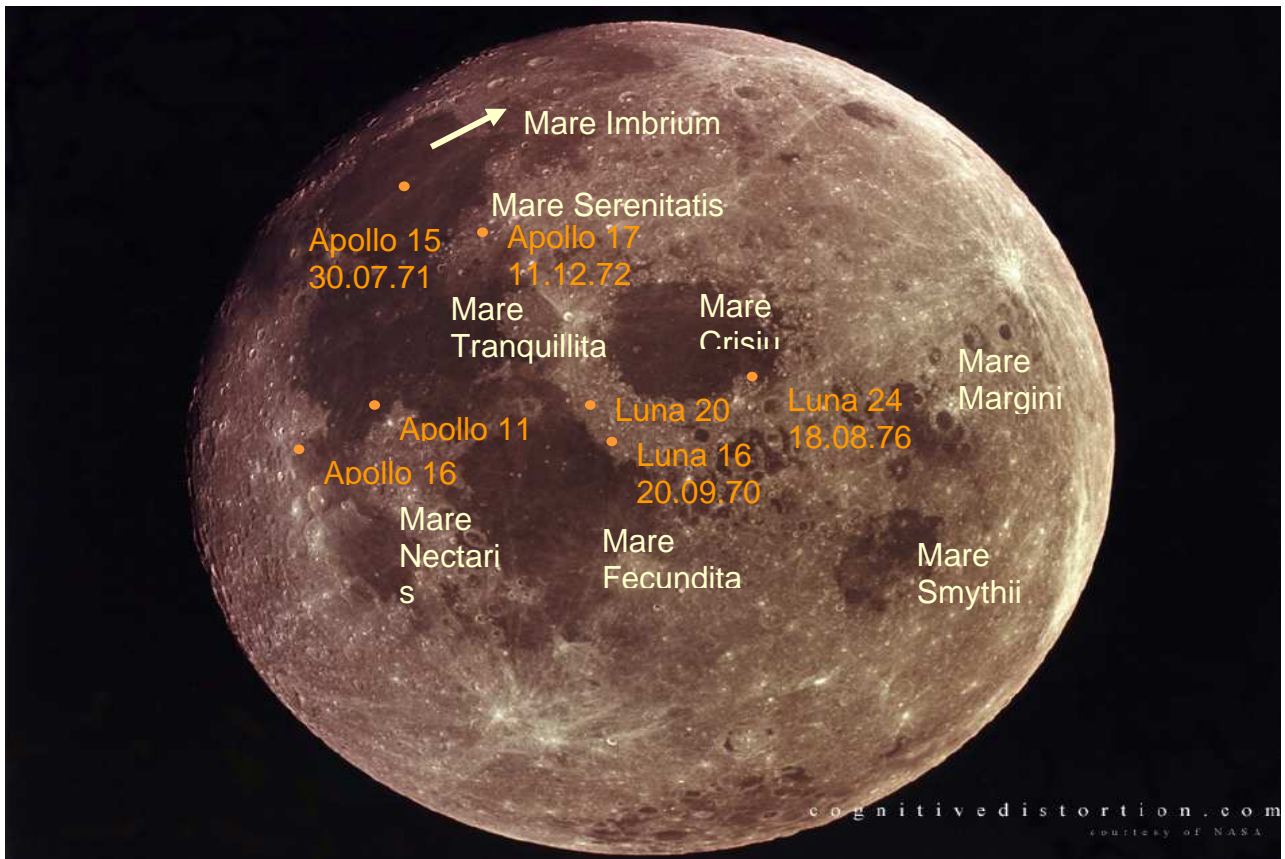
Cea mai importantă discontinuitate a fost delimitată între 50 – 75 km adâncime, care desparte scoarța de o manta cu densitate mai mare.

Scoarța reprezintă 10 % din volumul satelitelui. Împreună cu mantaua superioară (până la 500 km adâncime) și mezomantaua (între 500 – 1000 km adâncime) formează **litosfera** rigidă.

Printr-o discontinuitate situată la circa 1 000 km adâncime se face trecerea spre starea vâscoasă a **mantalei inferioare** (numită **astenosferă**). **Nucleul**, eventual metalic, are o rază mai mică de 500 km.

Câmpul magnetic este redus.

Relieful lunar prezintă două aspecte: 35 % din suprafața satelitelui este întunecată, mai coborâtă și mai netedă, iar 65 % este formată din zone muntoase, strălucitoare, care se ridică cu până la 5000 m deasupra sectoarelor joase. Din secolul al XVII-lea regiunile închise la culoare au fost asociate mărilor și denumite **maria** de către Galilei (*mări* în latină), cele înalte fiind numite **terrae** (*uscături, podișuri* sau *continente*). Din 1964 limba latină este folosită în denumirea tuturor structurilor lunare.



Sub aspectul vârstei, mările au între 3,8 și 3,2 mld. ani, în timp ce continentele au vechimi de peste 3,8 mld. de ani. Mările sunt concentrate în emisfera lunară vizibilă de pe Terra, fiind în principal rezultatul impactului meteoritic. Peste acest relief se suprapune o mare densitate de cratere de impact și de canale (falii).

6. Fazele Lunii

Luna realizează o mișcare de revoluție în jurul Pământului care, la rândul său, descrie o orbită eliptică în jurul Soarelui. Ca urmare, cele trei corpuri cerești se vor situa periodic în poziții diferite, care se vor reflecta pentru un observator terestru într-o *modificare ciclică a formei suprafeței luminate a Lunii* (deși jumătate din suprafața satelitului este permanent luminată de razele Soarelui).

Aceste modificări formează *fazele Lunii*, care se înscriu într-un interval aproximativ de 29,5 zile (revoluția sinodică), cât necesită revenirea satelitului pe orbita sa în același punct în raport cu Pământul și Soarele (vezi "Mișcările Lunii").

Revoluția sinodică începe cu faza de **Lună nouă** când Soarele și Luna sunt în conjuncție (când Soarele și Luna sunt de aceeași parte a Pământului). Deoarece jumătatea iluminată a Lunii se află în întregime pe partea nevizibilă de pe Pământ, Luna pare complet întunecată observatorului terestru. În această fază, Soarele și Luna răsar aproximativ în același timp și se deplasează împreună pe boltă, Luna rămânând însă la fiecare 24 de ore cu circa 12° în urma Soarelui.



După aproximativ $3 \frac{3}{4}$ zile de la conjuncție, este faza de **Crai nou**. Luna a parcurs $\frac{1}{8}$ din orbita sa, fiind vizibilă pe cer sub forma unui corn subțire cu coarnele îndreptate spre stânga. Luna a rămas în urma Soarelui cu 45° , putând fi observată după apusul astrului.

Faza primului pătrar se realizează după cca $7 \frac{1}{2}$ zile, când, între pozițiile Soarelui și ale Lunii, există o diferență de 90° , satelitul apărând sub forma unei jumătăți de disc luminos. Luna răsare în momentul când Soarele este la amiază și atinge punctul culminant pe boltă la apusul astrului (considerând că Soarele răsare și apune la ora 6, respectiv 18).

Faza de Lună convexă apare după circa $11 \frac{1}{4}$ zile, când satelitul este luminat pe trei sferturi. Poziția maximă este atinsă în jurul orelor 21. Între Soare și Lună sunt 135° și o diferență de 9 ore la trecerea pe la meridianul locului.

După $14 \frac{3}{4}$ zile din revoluția sinodică, satelitul se găsește în opoziție cu Soarele și se află în faza de **Lună plină**, întreaga sa jumătate luminată fiind vizibilă de pe Terra. Întrucât acum Luna

și Soarele se află de o parte și de alta a Pământului, Luna plină atinge punctul maxim pe boltă în jurul miezului nopții. Dacă ziua și noaptea sunt egale ca durată, Luna va răsări la apusul Soarelui și va apune la răsăritul astrului.

Fazele descendente ale Lunii sunt similare celor ascendente, cu specificul că apar ca o imagine în oglindă a fazelor parcurse în prima jumătate a revoluției sinodice.

Ce-a de a doua fază de Lună convexă are loc după $18 \frac{1}{4}$ zile, când între Soare și Lună există o diferență de 225° . Luna va răsări în timpul serii (orele 21), atingând punctul maxim pe boltă în a doua jumătate a nopții.

Faza ultimului pătrar se produce după cca. $21 \frac{1}{2}$ zile, când între pozițiile Lunii și ale Soarelui este o diferență de 270° și de 18 ore în timp. Luna va răsări la miezul nopții, atingând maximum pe boltă în orele dimineții. Va fi văzută jumătatea din stânga a discului lunar.

Faza de corn sau seceră orientată spre dreapta se realizează după $25 \frac{1}{4}$ zile, când Luna va răsări în a doua jumătate a nopții și va atinge punctul maxim la câteva ore după răsăritul Soarelui, nefiind observabilă decât câteva ore înaintea zorilor.

După 29 de zile, Luna revine într-o poziție aproape coincidentă cu cea a Soarelui, iar revoluția sinodică se apropie de final.

7. Eclipsele

Orice corp luminat dintr-o direcție lasă în partea opusă o umbră. Dacă corpul este sferic, umbra sa va avea formă de con, ale cărui dimensiuni vor depinde de distanța față de sursă și de diametrul corpului expus luminii.

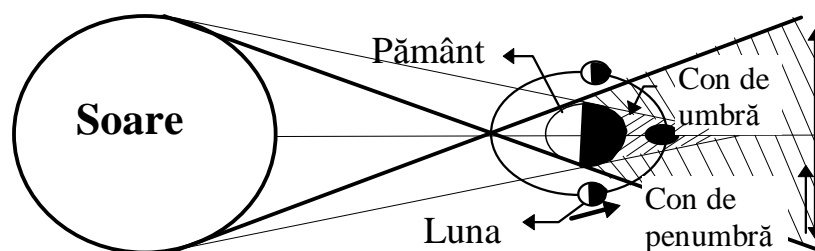
În cazul sistemului solar, corpul care luminează este Soarele, planetele și sateliții acestora formează conuri de umbră.

Când un al treilea corp trece prin conul de umbră, atunci, pe perioada traversării acestuia, corpul care luminează nu va mai putea fi văzut decât, eventual, parțial. Acest fenomen poartă numele de **eclipsă**.

Producerea eclipselor se realizează în cazurile în care cele trei corpuri se află pe aceeași direcție și în același plan, ieșind în evidență două situații:

- când între Soare și satelit se interpune planeta, ca urmare satelitul intrând în conul de umbră al planetei, nemaiputând fi observat de pe aceasta – are loc eclipsa de Lună
- când între Soare și planetă se interpune satelitul, planeta intrând în conul de umbră al lunii, Soarele apărând parțial sau total acoperit de satelit – are loc eclipsa de Soare

a. **Eclipsele de Lună** se produc atunci când satelitul intră în conul de umbră al Pământului. Acest fenomen are loc doar în situația de *Lună plină*, când Soarele, Pământul și Luna sunt aliniate în același plan.



Faptul că eclipse de Lună nu au loc periodic la fiecare cca. 29 de zile se datorează înclinării planului orbital lunar cu circa 5° pe ecliptică, unde se află axa conurilor de umbră și penumbră. Totodată, în cursul unui an, atât distanța Soare – Pământ, cât și cea dintre Pământ și Lună variază, ceea ce conduce la o variație a mărimii conului de umbră.

O eclipsă se produce atunci când faza de Lună plină coincide cu o poziție cât mai apropiată a satelitului de planul eclipticii. Momentul optim îl reprezintă *coincidența cu punctele nodale*, când are loc o eclipsă totală, Luna intrând complet în conul de umbră al Pământului.

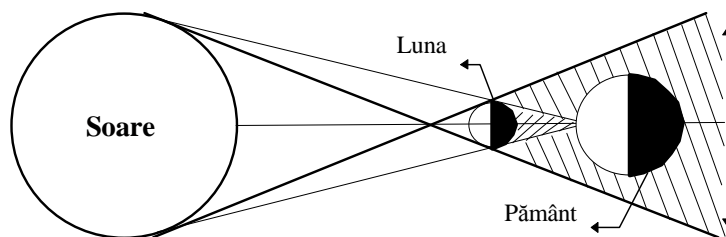
În cazul unei eclipse totale de Lună se pot diferenția trei faze:

- momentul *intrării în conul de penumbră* și până la atingerea celui de umbră (cca. o oră),
- *traversarea conului de umbră*, când discul lunar se mai poate distinge totuși într-o lumină roșiatică ca urmare a reflectării în conul de umbră a razelor solare de către atmosfera terestră (aproximativ 2 ore),
- străbaterea restului *conului de penumbră* (cca. o oră).

O eclipsă de Lună se poate observa la aceeași oră și traversând aceleași faze din toate punctele de pe Glob care au Luna deasupra liniei orizontului.

b. **Eclipsele de Soare** se produc atunci când Pământul intră în conurile de umbră și penumbră ale Lunii, în momentul de *Lună nouă*.

Deoarece Luna se rotește în jurul Terrei pe o orbită eliptică, distanța dintre cele două corpuri variază de la perigeu (cel mai apropiat punct de Terra) la apogeu (cel mai îndepărtat). De aici rezultă trei posibilități:



- distanța Pământ – Lună este mai scurtă decât mărimea lungimii conului de umbră (condiții pentru o eclipsă totală de Soare);
- distanța Pământ – Lună corespunde cu lungimea conului de umbră, Terra trecând prin vârful conului (condiții pentru o eclipsă parțială de Soare);
- distanța Pământ – Lună este mai mare decât lungimea conului de umbră, Terra trecând prin conul de penumbră sau în prelungirea celui de umbră (condiții pentru o eclipsă inelară).

Suprafețele situate în conul de umbră vor cunoaște o eclipsă totală de Soare, regiunile limitrofe, aflate în conul de penumbră, vor înregistra eclipse parțiale, iar cele din afara conurilor nu vor înregistra niciun fenomen particular.

În cazul unei eclipse totale de Soare se pot diferenția tot trei faze:

- momentul în care *Luna începe să acopere discul solar*, dezvoltându-se forme cu concavitatea orientată spre Lună, și până la acoperirea totală a Soarelui (cca. 2 ore),
- faza de *acoperire totală* durează de la 8 minute în zona ecuatorială, la cca. 6 minute la latitudinile medii, putându-se observa și stelele, cu toate că nu se realizează un înturneric deplin din cauza luminii difuze (în cazul unei eclipse inelare, durata este de la 12 minute la Ecuator, la 10 minute la latitudinile medii),
- restrângerea treptată a suprafeței acoperite, până la revenirea la forma anterioară (cca. 2 ore).

Într-un secol au loc în jur de 240 de eclipse solare. Secvența unei eclipse se repetă cu o perioadă de 223 de luni sinodice, cunoscută ca *ciclul* sau *seria saros*. Acesta este de 18 ani, 11 zile și 8 ore, dacă perioada respectivă include patru ani bisecți sau de 18 ani 10 zile și 8 ore, dacă ea include cinci ani bisecți.

În 763 î.Hr., babilonienii înregistrează cea mai veche eclipsă solară din istorie, decoperind totodată ciclul saros de predicție a acestora. Chinezii încep să înregistreze eclipsele solare din 720 î.Hr.

Mileniul II s-a încheiat cu eclipsa totală din 11 august 1999. Banda de totalitate a trecut cu o viteză de 680 m/s prin zone dens populate ale Europei, Orientului Mijlociu și Indiei. A fost, totodată, unica data din istoria României când maximul unei eclipse totale de Soare a avut loc pe teritoriul ei.

Pământul

1. Unicitatea mediului terestru

Terra este cea de a treia planetă a sistemului solar și prima care are propriul său satelit natural (Luna).

Dacă ne apropiem ca geografi de înțelegerea mediului terestru, prin definiție obiectul de studiu al geografiei, nu putem să nu ne minunăm de unicitatea și complexitatea planetei Pământ. Astfel ne explicăm și de ce, în structura clasică a cursurilor și tratatelor de geografie fizică sau globală este inserat un capitol de planetologie. O incursiune în sistemul solar este menită a sublinia și a ajuta la înțelegerea unicității spațiului terestru comparativ, în comparație cu cel al planetelor telurice sau al celor gigant, de la marginea sistemului solar.

Mediul terestru este unic ca urmare a **circuitelor de substanță, energie și informație care s-au format și se mențin de milioane și milioane de ani, oferind o mare capacitate de homeostazie planetei.**

Aceste circuite sunt de natură complexă, abiotică și biotică, fiind susținute de energia primită de la Soare. Terra se află la o distanță optimă de astru, în medie de 150 mil. km, ceea ce face ca din energia totală emisă de Soare, Pământul să primească doar a doua miliardă parte, constanta solară la limita superioară a atmosferei fiind, în medie, de $1,98 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$.

Cantitatea optimă de energie primită de la Soare și compoziția chimică a atmosferei terestre, favorizează o **temperatură medie la suprafața planetei de $10 - 15^{\circ}\text{C}$** , cu toate că se înregistrează oscilații diurne, anotimpuale, latitudinale etc., cuprinse însă între $+60$ și -60°C . Efectuându-se unele calcule teoretice, s-a constatat că în absența totală a efectului de seră (dacă atmosfera ar fi perfect transparentă), temperatura superficială a Terrei ar fi de numai -18°C . Efectul de seră apare ca urmare a absorbției de către atmosferă a unei părți din radiația infraroșie, reflectată de suprafața terestră.

În aceste condiții **doar** Terra și-a menținut o **mare rezervă de apă lichidă**, care reglează toate procesele atmosferice și, respectiv, climatice. Apa pe Terra se găsește sub toate stările ei de agregare, trecând cu ușurință dintr-una în alta, prin cedare sau consum de energie. Apa ocupă 71% din corpul planetar, fiind cantonată în oceane, ape continentale și ghețari, apărând sub formă de vapori în litosferă și atmosferă. Apa a absorbit majoritatea dioxidului de carbon din atmosfera primară, blocând calciul în roci și evitând apariția unui efect de seră excesiv, așa cum s-a întâmplat pe Venus.

Rolul de reglator climatic al apei este posibil ca urmare a **capacității calorice** a oceanelor, de 1200 de ori mai mare decât a atmosferei. Capacitatea calorică a apei se explică atât prin proprietățile ei fizice și chimice, dar mai ales prin faptul că masa oceanelor este de 280 de ori mai mare decât cea a atmosferei. Apa prezintă, totodată, o mare inerție termică și mecanică: se încălzește și se răcește lent, intră mai greu în mișcare și se oprește mult după ce a încetat acțiunea cauzei care a declanșat-o.

Schimbările de fază (apă – vapori – gheață – apă), ca și mișcările mecanice (râuri, valuri, curenți, marea, modificările de nivel cu ± 100 m în timpul glaciațiunilor) fac din apă principalul agent care reglează vremea și clima terestră, cât și principalul agent modelator extern, care reacționează la impulsul tectonic.

Circuite unice în sistemul solar sunt și cele **biogeochimice**. Energia soarelui trebuie să devină disponibilă pentru organisme, sub formă de hrană. Ea devine combustibil celular prin intermediul fotosintezei. Acesta este procesul prin care dioxidul de carbon, apa și lumina se transformă în glucide simple.

Circuitele biochimice mențin conținutul optim în oxigen al atmosferei terestre (21%). Doar atmosfera terestră dispune de oxigen liber. În atmosfera planetelor Venus și Marte predomină

dioxidul de carbon, planetele gigant au atmosfere primare, prin gravitația mare reținând mediul gazos al nebuloasei primordiale.

Criza declanșată de acumularea oxigenului în atmosfera primară a Terrei, ca produs rezidual al manifestării metabolismului celulelor procariote, a determinat apariția unor noi procese metabolice și forme de viață, devenind o sursă puternică de energie capabilă să susțină organisme tot mai performante.

Mediul terestru este unic prin circuitele sale energetice, dar **cum s-au putut ele forma și menține doar pe Terra?**

Menținerea circuitelor energetice terestre se explică prin *caracteristicile orbitale* ale planetei (excentricitate minimă, înclinare optimă pe orbită pentru a favoriza apariția anotimpurilor și încălzirea alternativă a emisferei nordice și sudice) și *valorile astrofizice specifice* (Pământul este cea mai mare planetă interioară și, ca urmare a masei sale mai mari, a reținut majoritatea vaporilor de apă, are cea mai mare densitate, o gravitație care structurează materia pe învelișuri și generează procesele de modelare a scoarței etc.).

Unicitatea mediului terestru este însă mai ales consecința faptului ca Terra este o *planetă aflată în plină maturitate*, care dispune încă de o mare cantitate de energie internă. Căldura internă nu s-a epuizat ca în cazul celorlalte planete telurice, care s-au răcit, s-au contractat și au rămas împietrite sub aspectul reliefului lor de peste 3 mld. ani. Doar pe Terra există o dinamică în plăci.

Dinamica internă este susținută printr-o structură specifică corpului planetar terestru.

Structura internă a celorlalte planete telurice pare mult mai simplă: un nucleu (poate având încă un miez activ), o manta (de cele mai multe ori solidificată) și o scoarță foarte groasă (peste 200 km).

Pe Terra, prima discontinuitate se află la 30 – 80 km adâncime sub continente și la 5 – 10 km sub fundul oceanelor, fiind denumită *Moho*. Discontinuitatea Moho separă *scoarța de manta*. În manta mai apar două discontinuități secundare, la 400 km (separă partea superioară a mantalei, *astenosfera*, de mezomanta) și la 650 km (separând mezomantaua de mantaua inferioară). Mantaua este delimitată spre interior, față de nucleu, prin discontinuitatea *Gutenberg – Wiechert*, la 2 900 km adâncime.

Partea externă a nucleului este fluidă. Alte metode au identificat și un nucleu intern solid, feros, cu o rază de circa 1 250 km, rezultat în urma procesului de răcire a planetei.

Litosfera prezintă o *dinamică în plăci* (teoria tectonicii globale), specifică numai Terrei, din care rezultă o diversitate de forme de relief, aflate într-o continuă evoluție și schimbare, în concordanță cu energiile interne (se nasc continente, bazine oceanice, lanțuri muntoase, vulcani etc.) și externe (care modelează un relief fluviatil, marin, glaciatic, eolian etc.).

2. Proprietățile fizice ale Terrei

Proprietățile fizice ale Pământului sunt în legătură cu structura internă și cu starea fizică a materiei (agregare, densitate). Ele pot fi, totodată, influențate de relațiile cosmice. Toate au ca efect evoluția geodinamică în timp și spațiu a Globului.

a. Gravitația

Gravitația este o forță universală identificată de Isaak Newton. El a raționat că Pământul nu se deplasează de pe orbita sa, deoarece el are o gravitație; aceasta îl ține să nu se dezintegreze. Newton a formulat *legea atracției universale* astfel:

$$F = m \cdot M / r^2 \cdot G,$$

unde: **G** = constanta gravitației; **m**, **M** = mase în atracție; **r** = distanța dintre corpuri.

Gravitația reprezintă forța de atracție exercitată de Pământ asupra materiei de la suprafața și din apropierea sa. Gravitația se manifestă sub formă de accelerație, pe care această forță o exercită asupra căderii corpurilor. Accelerația gravitației la suprafață este: $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ și se măsoară cu *gravimetre*. Prin forma particulară a Globului, diferită de o sferă, accelerația gravitației variază cu

latitudinea și altitudinea (distanța de centrul Pământului) sau în funcție de diferența de densitate în crustă.

Anomaliile gravimetrice evidențiază un inechilibru (dacă Pământul ar fi omogen, în nerotație, atunci gravitația la suprafață ar fi aceeași peste tot).

b. Presiunea litostatică și orientată

Presiunea litostatică sau presiunea de încărcare se manifestă spre adâncimi de până la 10 km. Ea implică ridicarea punctului de topire, creșterea plasticității rocilor. Spre adâncime mai mare, apar schimbări de fază. Această presiune variază în timp geologic prin încărcarea unor unități litosferice cu sedimente. Totodată, determină efecte importante în compensările izostatice (ridicarea/lăsarea unor mase continentale) și în metamorfismul izostatic.

Presiunea orientată este de origine tectonică. Ea acționează în scoarță, pe orice direcție, dar prezintă diferențieri spațiale. Presiunea orientată produce deformări ale rocilor plastice, sub forma cutelor, și deformări rupturale - falii.

c. Căldura internă

Căldura internă este generată de procesele proprii planetei. Aproape $2 \cdot 10^{20}$ calorii sau 10^{28} ergi reprezintă energia ajunsă astfel la suprafață, într-un an. Cantitatea de căldură înregistrează $1,5 \mu\text{cal}/\text{cm}^2/\text{sec}$. Emisia de căldură depinde de structura geologică, respectiv de *conductivitatea rocilor* din sectorul analizat. Ea se înscrie într-o medie de $2 \cdot 10^{-6} \text{ cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$. *Gradientul geotermic* exprimă creșterea de temperatură pentru fiecare metru adâncime în scoarță. El variază între 1°C și 4°C pe 100 m (măsurători făcute în foraje sau mine adânci), iar în apropierea focarului magmatic sau a intruziunilor de roci magmatice se modifică și depășește $5-6^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$.

d. Radioactivitatea

Actualele surse radioactive se găsesc în crusta terestră; ele sunt reprezentate prin minerale de U, Th, și mai puțin Ra. Totalul ajunge la aproximativ $3 \cdot 10^{-12} \text{ g Ra echiv.}/\text{g rocă}$.

e. Proprietățile electrice

Câmpul electric al Pământului are diferențe de potențial de zeci de milivolți. Sursa electricității este acceptată ca fiind de natură internă, comună cu cea a magnetismului, și are originea în nucleul extern sau în interiorul scoarței.

f. Magnetismul terestru

Pământul este comparat cu un magnet gigant, care determină ca acul busolei să se orienteze pe direcția și în sensul liniilor sale de forță. *Câmpul magnetic* se manifestă ca o bandă de particule de la 1 000 km și se extinde până la cca 60 000 km distanță de suprafața terestră, formând *magnetosfera*. Aici sunt radiații foarte puternice de nuclee ale atomilor, în special de hidrogen.

Axa magnetică a Terrei este comparată cu o ipotetică bară magnetică situată în zona centrală a Pământului. Direcția pe care se stabilizează acul busolei reprezintă alinierea la direcția magnetică nord – sud. Aceasta nu coincide cu direcția geografică nord – sud (respectiv, cu axa de rotație a Globului) și nici cu respectivii poli imaginari. Axa magnetică face un unghi de $11,5^{\circ}$ cu axa de rotație și nu trece prin centrul geometric al Pământului.

Polii magnetici reprezintă intersecția axei magnetice cu suprafața Pământului. *Polul Nord magnetic* este situat în zona nordică a insulei Prince of Wales, la cca $78,5^{\circ} \text{ N}$ și 69° W , iar *Polul Sud magnetic* se localizează lângă țărmul Antarcticii, la $78,5^{\circ} \text{ S}$ și 111° E . La jumătatea distanței între cei doi poli, se trasează *Ecuatorul magnetic*.

3. Mișcările Terrei

Mișcările Pământului (câteva sute la număr) sunt clasificate în mod convențional în *mișcări principale* (mișcarea de rotație și cea de revoluție, mișcările de precesie și de nutație) și în *mișcări subordonate* (oscilații libere, schimbări în geometria orbitală terestră: oblicitatea elipticii, excentricitatea orbitală ș.a.).

3.1. Mișcarea de revoluție

Revoluția se desfășoară simultan cu mișcarea de rotație. Pământul are o viteză medie de deplasare pe orbită de $29,79 \text{ km/s}$. Intervalul de timp al unei revoluții complete este de 365 zile, 6 ore, 9 minute și 11 secunde și se numește *an*.

Orbita Pământului are o lungime de aproximativ $920 \cdot 10^6$ km și o excentricitate redusă, de 0,01. Diametrul maxim al elipsei se numește axa mare, iar diametrul minim, perpendicular pe axa mare, reprezintă axa mică a orbitei.

Distanța față de Soare este minimă în jurul datei de 1–3 ianuarie, imediat după solstițiul de iarnă, când Pământul se află la **periheliu**. Distanța maximă față de Soare este atinsă între 1 și 3 iulie, imediat după solstițiul de vară, când Terra se află la **afeliu**.

Solstițiile (din latină *sol* = Soare și *stare* = a sta) sunt de vară, la 21 iunie, și de iarnă, la 22 decembrie. În data de 21 iunie, razele solare ajung perpendicular pe tropicul de nord (Tropicul Racului), când este luminat Polul Nord (fig. 1). Șase luni mai târziu, razele Soarelui vor cădea perpendicular pe tropicul de sud (Tropicul Capricornului) și va fi luminat Polul Sud. Tropicele reprezintă punctele extreme ale Globului pe care razele Soarelui pot cădea, la un moment dat, vertical. În aceste momente razele solare ajung tangente pe cercurile polare corespondente.

Echinocțiile (din latină *aequus* = egal și *nox* = noapte) sunt de primăvară, pe 21 martie, și de toamnă, pe 23 septembrie. La echinocții, razele solare ajung perpendicular pe Ecuator și tangente la poli. În aceste momente, cercul care separă emisfera luminată de cea umbră trece prin cei doi poli, iar ziua este egală cu noaptea pe toată suprafața Pământului (fig. 1).

Observațiile arată că după fiecare rotire a planetei în jurul Soarelui, respectiv după fiecare an, poziția momentului echinocțiului se mută, acesta producându-se mai devreme. Fenomenul poartă denumirea de **precesia echinocțiilor**. Totodată, și solstițiile cunosc o variație asemănătoare.

Fenomenul este explicat prin intermediul unui efect gravitațional combinat, provenind din atracția exercitată de Soare (cu o proporție de 1/3) și Lună (în proporție de 2/3) asupra planului ecuatorial terestru. Forțele gravitaționale, care formează un cuplu, tind să schimbe poziția axei de rotație a Pământului spre o poziție perpendiculară pe planul eclipticii, respectiv să o suprapună axei polilor eclipticii. Ca urmare, axa de rotație a Terrei descrie în jurul arcului eclipticii un con dublu, cu vârfurile în centrul Pământului, având o deschidere de 47° . Deplasarea axei Pământului se face în sensul acelor de ceas în decurs de 25 725 ani și poartă numele de **precesia axei polilor**.

Ca urmare a acestei mișcări a axei polilor, pozițiile punctelor de echinocțiu și de solstițiu se deplasează în sens retrograd pe orbită.

Fenomenul astronomic de nutație (oscilație, în limba latină) este un fenomen asociat celui de precesie a axei polilor și constă dintr-o serie de oscilații cu perioade diferite, mai lungi sau mai scurte, ale axei de rotație a Pământului în jurul poziției definite prin precesia echinocțiilor (fig. 2).

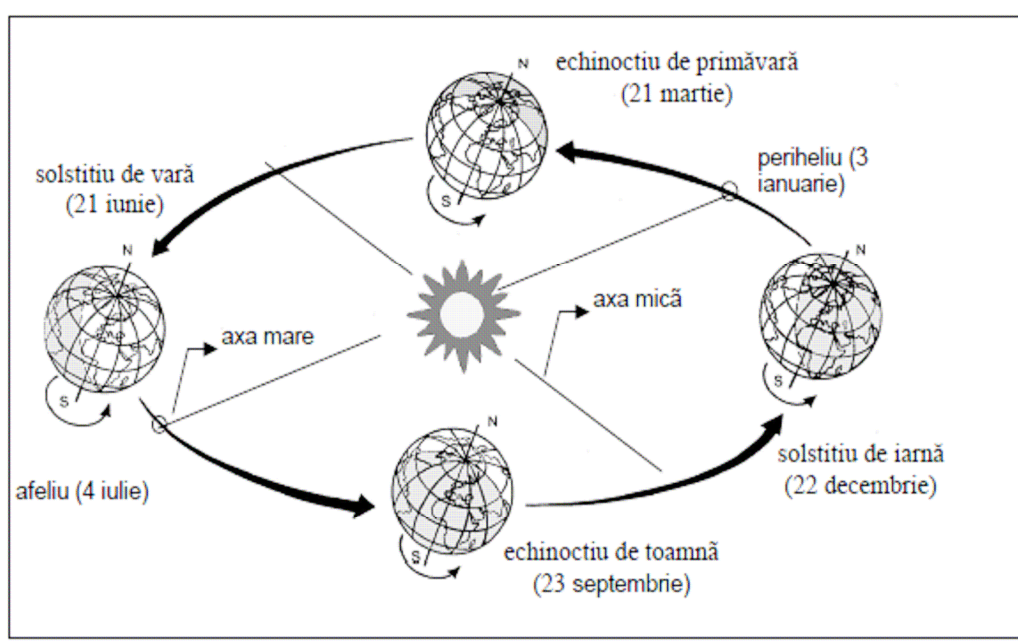


Fig. 1. Deplasarea pe orbită a Pământului și anotimpurile (din diverse surse)

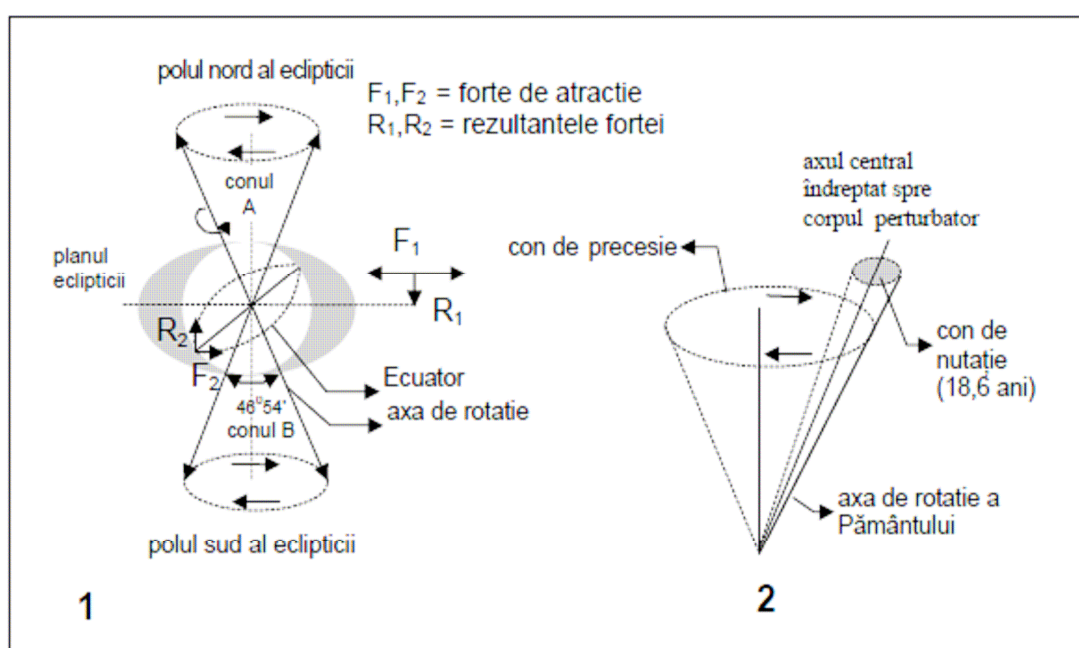


Fig. 2. Precesia (1) și nutația (2)

3.2. Mișcarea de rotație

Dacă ne imaginăm că privim planeta de sus, sensul rotației este *contrar mișcării acelor de ceas*. Dacă privim perpendicular pe Ecuator, planeta se rotește *spre est*. Sensul de rotire a Terrei este invers celui de deplasare aparentă a Soarelui, Lunii și a stelelor pe boltă.

La Ecuator, viteza unui obiect de pe suprafața planetară este de cca 1 700 km/h (465 m/s), în lungul paralelei de 60° viteza scade la 850 km/h, iar la poli ea devine nulă.

Consecința principală a mișcării de rotație este apariția **forței centrifuge**, a cărei *valoare este maximă la Ecuator* și scade spre poli geografici. La poli atracția gravitațională este maximă, iar forța centrifugă nulă. Apariția forței de inerție **Coriolis**, care acționează asupra obiectelor în mișcare, impune acestora o deviere spre dreapta în emisfera nordică și spre stânga în emisfera sudică. Valoarea acestei forțe este nulă la Ecuator și se manifestă din ce în ce mai pregnant spre poli. Dintre *consecințele de ordin geodinamic* ale mișcării de rotație (determinate și prin forța centrifugă), cea mai importantă este turtirea corpului planetar.

Rotirea Pământului în jurul axei polare, de la *vest spre est*, se efectuează în 23h 56' 40''. Acest interval de timp, necesar pentru o rotire de 360° a Terrei în raport cu o stea fixă, se numește **zi siderală**.

Perioada de 24 de ore care corespunde trecerii de două ori consecutiv a Soarelui deasupra unui meridian dat reprezintă **ziua solară adevărată**. Durata acesteia este inegală pe parcursul unui an, deoarece viteza de deplasare a Pământului pe orbită diferă, fiind mai mare spre periheliu și mai redusă spre afeliu.

În consecință, a fost adoptată **ziua solară mijlocie**, care corespunde unei durate medii a rotației de 24 de ore. Ziua solară mijlocie începe propriu-zis odată cu trecerea Soarelui pe la meridianul locului. Pentru a elimina acest inconvenient (care implică existența pe perioada de lumină a două date calendaristice), în 1925 s-a trecut la folosirea **zilei civile**, care începe la miezul nopții.

Mișcarea de rotație determină o deplasare aparentă a Soarelui de la est spre vest. Considerând Pământul fix, putem spune că Soarele realizează un circuit complet în jurul planetei în cca 24 de ore. Pentru fiecare loc de pe Pământ, Soarele se situează o singură dată în punctul maxim pe boltă, când razele sale cad, în funcție de latitudine, sub cel mai mare unghi posibil. Acest moment coincide cu trecerea astrului pe la meridianul locului (sau meridianul de amiază), moment cunoscut ca fiind „miezul zilei”. Concomitent, în emisfera de noapte, pe antemeridian (sau meridianul miezului nopții), se înregistrează „miezul nopții”.

Dacă ar fi să ne imaginăm că meridianul miezului zilei se deplasează pe suprafața Globului cu o viteză constantă spre vest, atunci acesta ar parcurge 360° în 24 de ore, respectiv ar acoperi 15° de longitudine în fiecare oră. În consecință, unui meridian de timp, denumit *fus orar*, îi revin 15° longitudine.

În fiecare fus orar există o singură oră, corespunzătoare meridianului său central. Suprafața Globului este împărțită în 24 de fusuri orare, numerotate de la un meridian de origine spre est. Ca meridian de origine sau zero a fost luat meridianul Greenwich (Marea Britanie).

Toate fusurile orare de pe Glob sunt definite în funcție de numărul de ore diferență dintre meridianul lor central și meridianul Greenwich. Timpul este considerat în avans pentru punctele situate la est de meridianul zero și în întârziere pentru cele din vestul acestui meridian.

Ora fusului orar a fost adoptată în 1884 la Conferința din Washington în vederea unificării orei pe Glob. Europa se extinde pe trei fusuri orare, având o oră a Europei de Vest, una a celei Centrale și o alta pentru Europa de Est.

Cel de-al 12 meridian spre est de Greenwich este cel de 180° . Aceste două meridiane împart Globul în două emisfere: cea estică și cea vestică (spre est de meridianul „0”, punctele au longitudine estică, iar spre vest, ele au longitudine vestică).

În momentul în care meridianul Greenwich coincide cu momentul amiezii, cel de 180° corespunde miezului nopții. Meridianul de 180° a fost ales ca *linie internațională de schimbare a datei* (1884). Totodată, linia de schimbare a datei a trebuit să fie deviată local, atât spre est, cât și spre vest, pentru a putea permite unor grupuri de insule (Fiji, Tonga) și extremității siberiene a continentului asiatic să mențină aceeași zi calendaristică.

4. Evoluția mediului terestru

4.1. Aspecte generale

Caracteristici geostructurale și paleobiologice au determinat încadrarea într-o scară a *timpului geologic* timpul scurs de la formarea Pământului. Această **scară geocronologică** cuprinde următoarele subdiviziuni geocronologice: *eră, perioadă, epocă, vârstă* (fig. 3).

Intervalele de timp au fost separate pe criterii paleobiologice; ulterior acestea au fost completate cu evenimente tectonice. În prezent, există o scară cu valori negative unanim acceptată, împărțită în milioane — miliarde de ani (Ma — Md.a.).

Poziția maselor continentale a fost reconstituită pe baza studiilor interdisciplinare din geologie, geofizică și geografie. Pe termene foarte lungi, această evoluție este reprezentată prin desfășurarea fazelor de orogeneză. Pentru ultimii cca 600 Ma, din Paleozoic și până astăzi, s-au succedat trei orogeneză: *caledoniană, hercinică și alpină* (ultima nefiind încheiată).

Pentru intervale de timp din ce în ce mai vechi, *reconstituirile paleogeografice* sunt tot mai greu de realizat și se fac pe baza tipurilor petrografice (*rocile* — formate din *minerale*) și asociațiilor de organisme *fosile*.

4.2. Apariția vieții și evoluția mediului în Arhaic și Proterozoic

Pe intervalul 4,0–3,5 Md.a. (vechimea Pământului fiind apreciată la cca 4,5 Md.a.) se răcește pronunțat interiorul Terrei și apar mici continente (“protocontinentele”); frecvența impactului meteoritic se diminuează; spre partea superioară a intervalului se identifică în minerale izotopi de carbon, elemente pe seama proceselor de fotosinteză. Prin răcirea sub 374°C (*punctul critic al apei*), au luat naștere primele oceane. Pe intervalul 3,0–2,5 Md.a., se formează scuturile continentale (cratone). Nucleele continentale – *scuturile* – au o permanență din Precambrian și reprezintă regiunile centrale ale continentelor actuale.

Odată cu formarea apei lichide, au apărut condiții de combinare complexă a carbonului în molecule organice, favorizate de sursa de energie reprezentată de radiațiile ultraviolete. Structurile vii (macromolecule de tip proteine) au apărut într-o suspensie coloidală – *cuacervate* – cu molecule complexe de acizi nucleici. Moleculele organice s-au format din combinarea purinelor, piridinelor și zaharurilor, sub radiații U.V., a descărcărilor electrice și dezintegrărilor atomice (fig. 3).

4.3. Mediul în Paleozoic

În Paleozoic, fauna și flora se dezvoltă din organisme acvatice, care devin tot mai complexe, spre cele continentale. La începutul Paleozoicului, clima era în principal caldă. Climatul tropical se identifică prin existența unor roci tipice de culoare roșie, a vegetației cu plante fără inele anuale de creștere și a depozitelor cu cărbuni. Pe intervale mari de timp s-au desfășurat și glaciațiuni (amplourea lor depășind cu mult episoadele glaciare din Cuaternar): în Ordovicianul superior, Carboniferul superior și în Permianul inferior. Dispariția unui mare număr de organisme la limita Permian/Triasic este pusă pe seama unor modificări drastice de mediu, cauzate de modificări ale chimismului apelor marine, scăderea cantității de nutrienți, mărirea suprafețelor continentale, încălzirea globală, desfășurarea unui puternic vulcanism în Siberia și China (posibil, ca urmare a unui impact major cu un corp extraterestru).

În Paleozoic se desfășoară două orogeneze: caledoniană, în Paleozoicul inferior, și hercinică, în cel superior. Continentul unic, care se formase la finele Proterozoicului, *Rodinia* (Paleo-Pangeea), începe să se dezmembreze până spre sfârșitul Cambrianului. Până la sfârșitul Silurianului, tectogeneza caledoniană a unit blocurile continentale nordice: *Laurenția* – care era separată episodic de Fenno-Scandia și Platforma est Europeană – și *Siberia*, formând supercontinentul *Laurasia*. Continentele nordice erau separate printr-un ocean de un supercontinent sudic, *Gondwana*, care unea în zona polului sud segmente din Africa, America de Sud, Australia, sudul Asiei, India, Antarctica. Deplasarea în Carbonifer a Gondwanei spre nord, coliziunea cu Laurasia și ridicarea sistemului hercinic vor forma megacontinentul *Pangeea*, cu desfășurare nord-sud. Pangeea era înconjurată de *Panthalassa*, „oceanul planetar”.

4.4. Evoluția mediului în Mezozoic

Era Mezozoică a durat cca 180 Ma. Ea cuprinde perioadele: Triasic (45 Ma), Jurassic (63 Ma) și Cretacic (72 Ma). La începutul Triasicului continentele erau unite, formând Pangeea. Clima era caldă cu tendințe de aridizare. Interiorul continentului Pangeea era reprezentat de un uriaș deșert. Pe parcursul Mesozoicului a început procesul de riftogeneză, cu deschiderea oceanelor actuale, care au dus la fragmentarea Pangeei.

Viața în Mezozoic s-a dezvoltat spre forme de foarte mari dimensiuni. Dinosaurienii, în Jurassic, ajung la maximum de dezvoltare și diversificare. Reptilele erbivore aveau taliile cele mai mari din lumea animală (40 m lungime, peste 50 tone – *Diplodocus*, *Brachiosaurus* ș.a.). Din reptilele zburătoare au evoluat păsările, cu un prim reprezentant având caractere mixte, reptiliene și aviare – *Archaeopteryx*. De la partera superioară a Triasicului se cunosc și primele mamifere, iar din Jurassic apar mamifere erbivore și carnivore, de talie mică. Dintre acestea au evoluat în Cretacic marsupialele și placentarele. La sfârșitul Cretacicului are loc o extincție în masă a organismelor (cu dispariția unor grupe majore, care nu au mai avut urmași: dinosaurii, organisme acvatice și unele plante de uscat). O asemenea extincție a fost probabil determinată de un impact major cu un asteroid (cu un diametru de cca 10 km), identificat ca fiind în Mexic — craterul *Chicxulub*.

4.5. Evoluția mediului în Neozoic

Era Neozoică (= Cainozoică) are o durată de cca 65 Ma și cuprinde perioadele: Paleogen (41Ma), Neogen (22 Ma) și Cuaternar (1,8 Ma).

Evenimente importante paleogeografice sunt determinate de expansiunea fundurilor oceanice (se desăvârșesc cele șase plăci tectonice principale ale litosferei actuale). Faze ale orogenezei alpine determină ridicarea catenelor alpino-himalaiene, est-asiatice, vest americane cu unirea celor două Americi, închiderea episodică a Mediteranei etc. Mișcările neotectonice cele mai evidente sunt determinate de reechilibrări izostatice pentru compensarea extinderii calotelor glaciare, iar ulterior ca urmare a topirii acestora.

Fauna continentală se dezvoltă brusc și se diversifică încă de la începutul erei Neozoice. Mamiferele se răspândesc pe toate continentele și se adaptează diverselor medii. Flora are un caracter neofitic, cu predominarea angiospermelor, iar fauna este reprezentată prin toate grupele actuale. Asociațiile de floare și faune indică o zonalitate climatică care se va accentua odată cu

desfășurarea fenomenului glaciar în Cuaternar. În Cuaternar, se recunosc faze glaciare și interglaciare, de care se leagă schimbări în conturul țărmurilor marine. Distribuția florelor și faunelor este în directă concordanță cu modificările climatice și este în funcție de posibilitățile de adaptare și/sau de comunicare pe istmuri și praguri (punți continentale emerse în intervalele interglaciare). În Neogenul superior și în prima parte a Cuaternarului, apar și se dezvoltă *Hominidele*. După ultima glaciație are loc redistribuirea florelor și faunelor în caracterul și limitele actuale, în funcție de stabilizarea climatului și de relief.

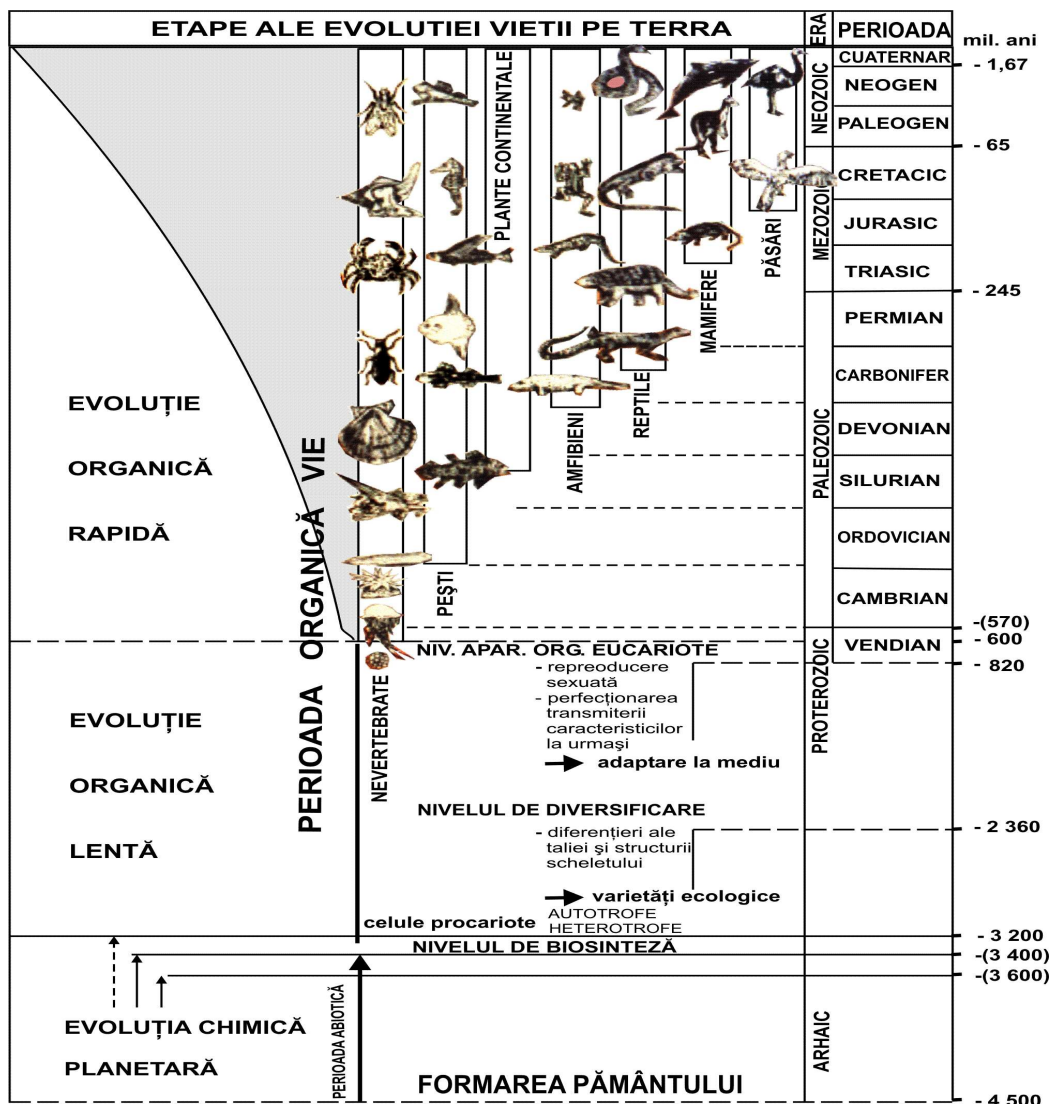


Fig. 3. Evoluția vieții (din diverse surse, modificat)

5. Mediile continentale actuale

Mediile naturale actuale pe Glob depind în principal de condițiile climatice și de relief. Sursa fiecărui tip de climat o constituie cantitatea de radiație solară ajunsă la sol, care se reflectă, în primul rând, sub aspect termic. Forma sferică a Pământului implică dispunerea în benzi paralele a zonelor și tipurilor de climă, de la Ecuator spre poli. Această **zonaliitate** climatică este deranjată meridional de alternanța oceanelor și a continentelor, iar altitudinal de înălțimile reliefului care impun o anumită **etajare** a elementelor climatice.

5.1. Medii intertropicale

Mediile intertropicale cuprind atât cele mai uscate, cât și cele mai umede regiuni de pe Glob. Acestea sunt: mediile ecuatoriale, cu variantele reprezentate de climatul musonic umed și clima litorală cu alizee, mediile tropicale cu două sezoane, mediile deșertului tropical.

5.1.1. Mediul ecuatorial

Între 5°S și 10°N se desfășoară cel mai umed climat de pe Terra (precipitațiile depășesc 2 000 mm/an), lipsit de sezoane termice sau pluviometrice distincte. Temperatura medie anuală oscilează între 24° și 26°C, iar precipitațiile sunt de natură convectivă, cu un maxim în timpul echinocțiului. Condițiile climatice sunt influențate de presiunile joase ale *zonelor de convergență intertropicală*, către care converg alizeele de nord-est și sud-est (dinspre anticiclonele subtropicale).

Climei ecuatoriale propriu-zise i se adaugă, cu caracteristici asemănătoare, variantele reprezentate de **climatul musonic umed** și **clima litorală cu alizee**. Coasta Malabarului din sud-estul Peninsulei India, țărmurile Myanmarului și Thailandeii cuprinse între 10° și 25°N, prezintă un climat musonic umed, asemănător celui ecuatorial. Sezonul uscat, foarte scurt, este cel în care bate musonul de iarnă. De-a lungul coastelor estice ale Americii Centrale și de Sud, ale insulei Madagascar, Peninsulei Indochina, Filipinelor și ale Australiei de nord-est, între 10° și 25° N și S, se află *zone înguste* care primesc cantități mari de precipitații. Acestea sunt zone de țărm expuse maselor de aer umed, aduse de vânturile de est sau de alizee, din anticiclonele subtropicale oceanice.

În mediile ecuatoriale se întâlnesc cele mai profunde soluri (soluri *lateritice*, până la 20 m grosime) și cele mai “dese” păduri, cu aspect multietajat. Pădurea ecuatorială este caracterizată prin “lupta” plantelor pentru lumină, coronamentul aproape continuu al arborilor deși și înalți (15–50 m) umbrind puternic straturile inferioare și subsolul pădurii.

Intervenția omului prin exploatarea de tip ras, incendierea unor teritorii tot mai întinse pentru obținerea de terenuri agricole, construirea unor căi de acces spre interiorul pădurilor virgine, expun substratul lipsit de protecție unei intense *pluviodenudări*. După un an de folosință agricolă, solurile sunt complet sărăcite în substanțe nutritive, trebuind abandonate. De multe ori ele sunt atât de puternic erodate, încât pădurea nu se mai poate reinstala, fiind transformate în *badlanduri* (pământuri rele).

5.1.2. Mediul de savană – tropical, cu două sezoane

Prin deplasarea periodică a alizeelor spre latitudini mai mari în timpul solstițiului din iunie și spre latitudini mai mici la solstițiul din decembrie, se formează o zonă de tranziție climatică între tropice și Ecuator, marcată printr-un anotimp cald și ploios și un altul cald și uscat. Excesul periodic de umiditate imprimă caracteristica dominantă a acestui tip de mediu, care se dezvoltă între 5° și 25°N și S, în America Centrală și de Sud (platourile Matto Grosso, Minas Gerais, bazinul fluviului Orinoco), Africa, în sudul Asiei (Podișul Deccan, Sri Lanka, Indochina), Australia de nord-est.

Anotimpul umed, vara, apare în perioada în care Soarele se găsește deasupra tropicului emisferei respective și stă sub influența aerului ecuatorial și maritim tropical. Anotimpul uscat, de iarnă, stă sub influența alizeului.

Formațiunile vegetale specifice sunt reprezentate prin *păduri cu frunze căzătoare* și *savane*. Savanele au ierburi tot mai înalte, cu cât ne apropiem de regiunile ecuatoriale (între 80 cm și 2 m), și ierburi mărunte, între care cresc arbuști și arbori xerofili, spre tropice. În sezonul secetos, iarba savanei se usucă, aprinzându-se cu ușurință de la Soare. În lungul principalelor artere hidrografice crește o fâșie îngustă de pădure virgină, asemănătoare celei ecuatoriale, numită *pădure galerie*. Savana tipică se întinde pe continentul african, unde ocupă 40% din suprafață. Specifică este savana cu baobabi și acacii.

Prin suprapășunat și deștelenire, echilibrul savanei poate fi distrus. Bălegarul animalelor domestice nu poate fi descompus de microfauna savanelor, lipsind solul de îngrășământul său natural. Odată îndepărtată vegetația ierboasă, elementele nutritive sunt spălate din solurile sărace și rămase fără protecție în calea vântului și a averselor torențiale.

5.1.3. Mediul tropical uscat (de deșert și semideșert)

Mediul tropical uscat, de *deșert* și *semideșert*, ocupă suprafețele continentale din zona tropicelor, între 18° și 25°N și S. Cele mai întinse areale se găsesc în *emisfera nordică*, în nordul Africii, Peninsula Arabia, Iran, Pakistan, până în Deșertul Thar de la limita Indiei cu Pakistanul și Thal din nordul Indistanului, apoi nordul Mexicului. În *emisfera sudică*, deșerturile sunt mai restrânse; se dezvoltă în Chile (Deșertul Atacama, 22°–27°S) și Peru, în Africa (Deșertul Kalahari și cel de nisip al Namibiei, situat de-a lungul coastei Oceanului Atlantic) și în Australia.

Caracteristica acestui mediu este uscăciunea, ca urmare a aerului descendent care se deplasează spre exterior, din centrele barice de înaltă presiune situate în lungul celor două tropice.

Spre exteriorul deșerturilor, *stepa tropicală* face trecerea spre mediul de savană sau spre cel mediteranean.

Deșerturile Podișului Iranian (Iran, Afghanistan, vestul Pakistanului), situate între 400 și 800 m și despărțite de creste muntoase de 3 000–4 000 m, sunt predominant nisipoase sau pietroase. Deșerturile Americii de Nord au, în mare parte, o origine de baraj orografic și, în subsidiar, climatică (deșerturile podișului mexican). Deșerturile Americii de Sud apar pe suprafețe restrânse, au altitudini de 1 000–3 000 m și se desfășoară preponderent în lungul litoralului andin. Aproximarea oceanului se face simțită doar prin temperaturi mai scăzute și prin prezența frecventă a ceții. Din cauza curentului rece Humboldt (sau Peruan), care determină o stratificare constantă a maselor de aer, nu se poate dezvolta convecția termică, care să formeze nori și să aducă precipitații (aceeași situație o întâlnim și în deșertul Namib - Africa, din cauza curentului rece al Benguelei).

Unele deșerturi tropicale și subtropicale au fost leagăn de mari civilizații (Mesopotamia, Egipt). În prezent, influența omului, care este mai pregnantă în cadrul stepei tropicale sau al sahelului în Africa, se manifestă în sens negativ prin suprapășunare și aridizare, favorizând înaintarea deșertului.

5.2. Mediile extratropicale sunt cele temperate și reci.

5.2.1. Mediile temperate*

Mediile temperate reprezintă o *tranziție* între zonele climatice reci (polare și subpolare) și cea caldă (intertropicală). Cu oarecare aproximație, temperaturile medii anuale variază între -5°C (înspre cercurile polare) și 15°C (spre tropice), cele ale lunii iulie între 10° și 25°C, iar cele ale lunii ianuarie între 0° și -20°C. Din cauza mobilității atmosferei, are loc un amestec de mase de aer reci și calde, una dintre ele putând domina pentru un anumit moment sau periodic. Apare, în consecință, un contrast mare între vară și iarnă.

Mediile temperate răcoroase și reci (temperate propriu-zise) se dezvoltă sub forma unor benzi late, de la vest la est, peste cea mai mare parte a Americii de Nord și Eurasiei. Ele sunt determinate de climatul temperat oceanic (pe fațada vestică), climatul temperat de tranziție (cu influențe oceanice) și temperat excesiv (în interiorul continentelor unde influențele vestice dispar). Aceste medii sunt: mediul pădurii de conifere (taiga), al pădurii de amestec, al pădurii de foioase, al stepei și preriei.

Spre deosebire de pădurea boreală, cea de foioase a fost puternic umanizată încă din Antichitate. Aici s-a născut așa-numita „civilizație a lemnului”. În prezent, arealele cele mai dens populate ale Globului se suprapun, cu excepția Indiei, tocmai acestui tip de mediu natural (Europa, America de Nord, China și Japonia). Mediul inițial a fost transformat aproape în totalitate, o oarecare excepție făcând, în unele cazuri, mediul montan al acestei zone.

Omul a intervenit prin *defrișări* și prin realizarea unor noi *sisteme teritoriale antropizate (openfield)* sau de tip *bocage* (crâng, tufăriș), în Franța temperat-oceanică.

Ca o consecință, după despădurire a apărut o *vegetație secundară, tot naturală, dar o alta decât cea inițială*. De exemplu, fagul a cedat locul gorunului sau altor specii de stejari. În teritoriul ocupat înainte de foioase s-au răspândit și unele rășinoase, repede crescătoare, ca anumite specii de pin.

Ca efect al despăduririlor, mediul cu cel mai înalt grad de vulnerabilitate se regăsește în *terenurile degradate*, afectate de torențialitate și /sau alunecări. Ele sunt specifice dealurilor și părților

* Material sintetizat după Posea Gr. “Mediile temperate” din Posea Gr., Armaș I., 1998, “Geografie fizică. Terra cămin al omenirii și sistemul solar”, Ed. Enciclopedică, București.

montane joase. În locul pădurii s-a instalat stepa secundară, suprapășunată, cu boschete de arbuști spinoși, cu soluri erodate.

Stepa cultivată este un ecosistem nou, rezultat al selecției antropice a anumitor graminee, ameliorate continuu ca producție de semințe. Începutul acestui proces poate fi stabilit în Mesopotamia, în urmă cu 6800 ani, când a început semănatul orzului și al grâului. Agricultură s-a extins cu rapiditate în jurul Mării Caspice, înaintând spre Bosfor și pe Valea Iordanului.

Stepa cultivată asigură, totodată, jumătate din necesarul de hrană al omenirii. Se pot diferenția trei mari regiuni cerealiere: *euro-siberiană*, *nord-americană* (Middle american) și *pampasul argentinian*, la care se poate adăuga și „*stepa*” *chineză*. Aceste regiuni reprezintă sisteme extrem de fragile, care nu se pot autoîntreține – sarcina aceasta revenindu-i omului, printr-o agrotehnică adecvată și măsuri agroameliorative.

Mediile temperat calde apar sectorial, fiind diferențiate în mediul subtropical, mediteranean și semideșertic.

Mediul subtropical umed este specific, pe suprafețe restrânse, pentru *fațada estică* a continentelor, între tropice și aproximativ 40⁰ latitudine N și S. Este ploios vara.

Mediul mediteranean apare sub forma sa tipică în *jurul Mării Mediterane*. Specificul său este de *mediu de contact* fizico-geografic: contact între apă și uscat; contact munte-câmpii și litoral; contact între trei continente; contact climatic; contact între pădure, stepă și deșert (în sud și est). În același timp, este și un mediu de contact economic și socio-istoric: contact între economii complementare, contact între popoare și națiuni, între civilizații și religii, între diferite sisteme sociale.

Sub aspect climatic este reprezentat printr-o iarnă blândă (relativ caldă și ploioasă) și o vară caldă și secetoasă. Este singurul mediu, în afara celor deșertice tropicale, în care anotimpul călduros coincide în totalitate cu perioada de uscăciune.

Vara se deplasează aici mase de aer cald și uscat din aria anticiclonală tropicală. Iarna se produce o mișcare inversă: brâul de mare presiune anticiclonală tropicală se mută mult spre sud, iar peste Marea Mediterană bat vânturile de vest, aducând precipitații.

Mediile semideșertice (subtropicale) tipice se găsesc în estul Mării Mediterane, cu *stepa și deșerturi* care cuprind: Turcia, Siria, Irakul, Iranul, Afghanistanul, Tibetul și Depresiunea Tarim.

Mediul montan al regiunilor temperate este reprezentat prin cele două lanțuri muntoase care ocupă suprafețe întinse: *Cordiliera americană* și *lanțul alpino-himalaian*.

Cordiliera americană prezintă o *fațada pacifică* temperată cu precipitații bogate, cu păduri de foioase și coniferele înalte. *Fațada estică* a munților prezintă un climat continental arid.

Lanțul alpino-himalaian este diferit de primul atât ca structură, cât și ca poziție și orientare. Numeroasele *diversificări* locale și regionale sunt impuse, în principal, de gradul de expunere față de vânt, Soare (poziție care generează fenomenul numit *fața și dosul muntelui*), de adăpostul unor unități joase și de etajarea pe anumiți versanți.

5.2.2. Mediile reci

Există câte două perechi de medii reci situate la extremitățile polare ale Terrei: calotele arctice și mediul subarctic (dominat de tundră) și calota antarctică și mediul oceanic periantarctic. Aceste medii sunt extreme nu numai ca poziție, dar și sub aspectul condițiilor de viață, fiind de obicei nelocuite (excepții în acest sens sunt, într-o anumită măsură, tundra și fâșia litorală).

Două sunt cauzele care reduc favorabilitatea acestor tipuri de medii: *gerul* și modul de *repartizare, diurnă și anuală, a luminii solare*. Fluxul de lumină, prin poziția Soarelui aproape de linia orizontului, determină prelungirea până la 5–6 luni a zilei. Când Soarele rămâne sub orizont se instalează *noaptea polară*, care ocupă cealaltă jumătate a anului.

Ca poziție pe Glob, există o oarecare simetrie între „calotele” polare, în timp ce tundra propriu-zisă se dezvoltă numai în emisfera nordică. Deși periferia Arcticii și tundra se remarcă prin condiții extrem de vitrege, aici apar o mare bogăție și varietate de specii, cu totul deosebite comparativ cu cele din Antarctica. Acest fapt este explicabil din perspectiva varietății mari a mediului arctic, a influențelor și a legăturii directe cu zonele temperate ale continentelor nordice. Periferia Arcticii reprezintă, totodată, și un mediu de veche locuire, aici dezvoltându-se cultura eschimoșilor.

Miniglosar:

Ciclul hidrologic - ciclul mișcării apei între pământ (continent), ocean și atmosferă.

Crusta continentală – specifică domeniului continental, are o grosime medie de 30–45 km. Deoarece la suprafață, în scuturi și în fundamentul platformelor, sunt granite, se deduce pentru acest tip de crustă un caracter și o poziție granitică. *Crusta regiunilor orogenice* de pe continente prezintă două particularități: este relativ groasă, de 45–65 km, și are o tranziție gradată spre manta (sub regiunile orogenice nu se identifică o discontinuitate Moho cu o poziție clară).

Crusta oceanică - caracteristică fundamentului bazinelor oceanice. Grosimea medie este de 5–7 km, rareori depășind 10 km. Ea este formată din trei niveluri: un nivel superior, cu sedimente neconsolidate, cu o grosime maximă de 2 km; un nivel inter-mediary, reprezentat prin roci bazice; un nivel inferior care stă deasupra mantalei, predo-minant format din gabbrouri și metamorfite magmatice bazice.

Cutremurul (seismul) - solicitarea elastică, de scurtă durată, cu caracter violent, a crustei terestre.

Energie - capacitatea unui corp de a acționa/reacționa, producând efecte de naturi diferite: mecanice (energie mecanică sau gravitațională), calorice (energie termică), magnetice (energie magnetică), nucleare, sonore, luminoase etc.

Epicentrul - proiecția hipocen-trului pe suprafața topografică.

Eukariote – organisme la care zestrea genetică este stocată în nucleu; se înmulțesc prin diviziune simplă (*meioză*). Eukariotele sunt organismele alcătuite din celule cu doi cromozomi în celulă se reproduc prin mitoză, rezultând doi nuclei; prezintă fuziune nucleară și procese reciproce (dedublare citoplasmatică și cromozomială, reducere meiotică). Aceste organisme sunt grupate în super-regnumul *Eucaria*, care cuprinde patru regnuri: *Protoctista*, *Fungi*, *Plantae*, *Animalia*. (în diferite scheme, aceste clasificări sunt încadrate cu diferite ranguri sistematice).

Fosilele - de plante și animale sunt resturi (chiar în fragmente – păstrate prin *proces de fosilizare*) ale scheletului transformat chimic sau mușajul format în sedimentul inițial moale (neconsolidat), în sectorul de fund marin sau pe suprafața continentală. Ele reprezintă proba materială a evoluției și au o importanță deosebită pentru reconstituirea tabloului vieții și a condițiilor de mediu pe intervale de timp. Unele fosile nu au corespondenți actuali.

Gravitația -reprezintă forța de atracție exercitată de Pământ asupra materiei de la suprafață și din apropierea sa. Gravitația se manifestă sub formă de accelerație, pe care această forță o exercită asupra căderii corpurilor. Accelerația gravitației la suprafață este: $g = 980 \text{ cm/sec}^2$ și se măsoară cu *gravimetre*.

Hipocentrul (focarul) - „punctul” în care se produce deranjamentul tectonic și din care radiază unde seismice.

Intensitatea seismică - caracterizează violența cutremurului într-un anumit loc.

Izostazia - proprietatea de echilibrare prin flotare a unor segmente din litosferă pe partea superioară a astenosferei.

Lavă - magma ieșită la suprafață, în urma erupției unui vulcan, împreună cu sfărâmături de roci, cenușă și gaze.

Magma (în greacă, *aluat*) - o suspensie de minerale și gaze dizolvate într-o materie vâscoasă, formată în crustă sau în manta, în condițiile în care temperatura este suficient de mare.

Magmatismul - un ansamblu de procese legate de evoluția magmelor în interiorul Pământului.

Magnitudinea seismică (M) - măsura pentru energia seismică ondulatorie degajată de un cutremur și se exprimă prin logaritmul amplitudinii maxime, ajustate cu un factor de atenuare a undelor seismice propagate din focar.

- Metazoare** – organisme prin excelență pluricelulare au corpul diferențiat în grupe de celule modificate pentru a îndeplini o funcție.
- Minerale** - elemente simple, au apărut din materia topită, au forme și coexistă în echilibre fizico-chimice relativ stabile pe intervale relativ mari de timp geologic, în limitele parametrilor de presiune și temperatură considerate normale la suprafața Terrei. Starea generală a materiei nevăzute este cea cristalină. Evoluția acestora în timp se desfășoară spre cristalizare. Structurile amorfe tind spre o asemenea organizare superioară.
- Mineralele, ca elemente constitutive ale rocilor, sunt caracterizate de anumite proprietăți. Acestea impun catalogarea și gruparea lor pe baza organizării atomice, moleculare – plane și axe. Tipul de organizare spațială pentru același mineral este indiferent de vârsta și modul de formare al acestuia. În acest mod se exprimă condiții identice fizico-chimice pentru seturi de timp în care s-au format minerale identice.
- Mișcare galactică** - deplasarea Soarelui și a Sistemul solar în jurul axei sale de rotație, simultan cu o mișcare de revoluție (de translație), în jurul centrului galactic.
- Mișcare de precesie** - o mișcare de oscilare, cu o anumită periodicitate, a axei polilor în jurul unei poziții mediane. Precesia și nutația se datorează efectelor sumate de atracție ale Soarelui și Lunii, asupra zonei ecuatoriale a Pământului
- Mișcare de revoluție** - deplasarea Pământului în jurul Soarelui, pe o orbită eliptică, numită *ecliptică*, în care Soarele are poziția într-unul din focare.
- Mișcare de rotație** (23 h 56 min 4 sec.) - intervalul de timp necesar pentru o rotire a Pământului cu 360° în raport cu o stea fixă.
- Nutația** - balansarea cu o perioadă de 18,6 ani a planului ecuatorial al Terrei și a axei sale de rotație, ca urmare a scilației periodice a planului orbital lunar față de ecliptică între 5° și 10°.
- Periglaciari** - sistemul morfo-climatic din regiunile reci, descoperite permanent de gheață, situate deasupra limitei pădurii sau dincolo de limita pădurii spre regiunile boreale. În aceste zone se dezvoltă un ansamblu de forme și structuri create în special prin acțiunea complexă a gerului. Acesta reprezintă *permafrostul* ce ocupă 25% din uscatul emisferei nordice.
- Precesia echinocțiilor** – decalajul de timp în atingerea punctelor de periheliu și afeliu, respectiv, de echinocțiu și solstițiu, ca urmare a poziției Soarelui într-un focar al orbitei Terrei și a variației precesiei axei de rotație a planetei. Ciclicitatea echinoctiilor și solstițiilor are un decalaj anual de cca 50,2 secunde. Un ciclu complet se execută într-un interval de cca 25 000 ani.
- Presiunea litostatică** sau presiunea de încărcare - se manifestă spre adâncimi de până la 10 km; determină ridicarea punctului de topire și creșterea plasticității rocilor. Spre adâncime mai mare, apar schimbări de fază. Această presiune variază în timp geologic prin încărcarea unor unități litosferice cu sedimente. Pe de altă parte, ea determină efecte importante în compensările izostatice, în metamorfismul izostatic.
- Presiunea orientată** - este de origine tectonică. Ea acționează în scoarță, pe orice direcție, dar prezintă diferențieri spațiale. Presiunea orientată produce deformări ale rocilor plastice, sub forma cutelor, și deformări rupturale: falii.
- Prokariote** – organisme dintre cele mai primitive care au stat la originea lumii vii, reprezentate prin protobionte: de tipul *bacteriilor fotosintetizante* și de tipul *cyanoficeelor* (care eliberau oxigen). Prokariotele sunt organisme care au în celulă sistemul genetic. Au o singură membrană, deci nu au fuziune celulară, nucleară și citoplasmatică. Reproducerea se realizează prin fuziune binară și înmugurire de diferite tipuri. Organisme de acest tip sunt încadrate sistematic în super-regnumul Prokaria.
- Protobiont** – heterotrof chemo-sintetizant și anaerob necofilian, cu putere de autosinteză, se hrănea cu materia organică; din mediu împrumuta energia pentru procesele metabolice.
- Protozoare** – organisme unicelulare pot prezenta un schelet uni- sau multicameral, care prezintă forme globuloase goale sau armate, ornamentate sau nu exterior ca adaptare la mediu pentru rezistență și apărare.
- Rocile** - sunt diferențiate prin elementele mineralele, dimensiunile, aranjamentul spațial și relațiile dintre acestea.
- Scara Richter de magnitudine** - se bazează pe amplitudinea undelor seismice înregistrate de seismografe.

Scoarța (crusta) - învelișul litosferic situat deasupra discontinuității Moho. Ea are grosimi variabile, de cca 5 km în zonele oceanice și până la cca 40–60 km, în zonele continentale de orogen.

Scuturi - nucleeele centrale ale continentelor actuale cu o permanență din *Precambrian* și reprezintă.

Unde longitudinale (numite primare = *P*, deoarece au viteza cea mai mare și apar primele la suprafață) - particulele materiale oscilează paralel cu direcția de propagare. Se propagă atât prin medii solide (rigide), cât și prin cele lichide (lipsite de rigiditate).

Unde seismice - vibrațiile produse de energia degajată în focar și se propagă în toate direcțiile.

Unde transversale (numite secundare = *S*) - particulele materiale oscilează în sens perpendicular pe direcția de propagare a undei; se propaga doar prin medii solide (rigide).

Vulcan - edificiul construit prin ejectarea lavelor (*Vulcan* era zeul focului la romani).

Vulcanism - un ansamblu de procese legate de ejecția lavelor și/sau a gazelor la suprafața Pământului.