

Ministerul Educației și Cercetării

# Geografie fizică

Pământul — planeta oamenilor

Octavian  
Mândruț

Manual pentru clasa a IX - a

CORINT

Manualul a fost aprobat de Ministerul Educației și Cercetării cu Ordinul nr. 3886 din 24 mai 2004.

Date despre autor:

**Octavian Mândruț** - doctor în geografie, cercetător științific principal I și cadru didactic la Universitatea de Vest „Vasile Goldiș” din Arad, autor de manuale școlare (pentru clasele III-XII), atlase, culegeri de sinteze, lucrări în diferite domenii ale geografiei, ghiduri metodologice, caiete de activitate independentă, cursuri universitare. Dintre lucrările recente, amintim: *România – geografie generală*, *Ghidul profesorului pentru clasele IX-XII*, *România – atlas geografic școlar*, *Atlas geografic școlar*, *Competențele în învățarea geografiei* (toate apărute între anii 2002 și 2010).

Referenți științifici:

Profesor universitar doctor **Gheorghe Măhăra**, Universitatea Oradea

Profesor gradul didactic I **Marian Munteanu**, Inspectoratul Școlar al județului Alba

Profesor gradul didactic I **Francisc Kiss**, Inspectoratul Școlar al județului Timiș

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**MÂNDRUȚ, OCTAVIAN**

Geografie fizică: Pământul – planeta oamenilor:

**manual pentru clasa a IX-a / Octavian Mândruț**

- București : Corint, 2008

ISBN 978-973-135-312-8

911.2(100)

Redactor: **Anca Eftime**

Tehnoredactor: **Andreea Apostol**

Cartografie: **Petruța Șerban, Andreea Apostol**

Coperta: **Walter Riess**

*Difuzare:*

Calea Plevnei, nr. 145, Sector 6,

cod postal 060012, București

Tel.: 021.319.88.22, 021.319.88.33

Mobil: 0748.808.083, 0758.225.443

Fax: 021.310.15.30, 021.319.88.66

E mail: [vanzari@edituracorint.ro](mailto:vanzari@edituracorint.ro)

Magazin virtual: [www.grupulcorint.ro](http://www.grupulcorint.ro)

**Editura CORINT**

*Redacția și administrația:*

Str. Mihai Eminescu nr. 54 A,

Sector 1, București

Tel./Fax: 021.319.47.97, 021.319.47.99

Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate Editurii CORINT, parte componentă a GRUPULUI EDITORIAL CORINT.

# Pământul – o entitate a Universului

## CAPITOLUL 1



### 1. UNIVERSUL ȘI SISTEMUL SOLAR 2. EVOLUȚIA UNIVERSULUI ȘI A TERREI 3. CARACTERISTICILE PĂMÂNTULUI ȘI CONSECINȚELE LOR GEOGRAFICE

În acest capitol veți putea întâlni principalele elemente care definesc apartenența planetei noastre la Univers, personalitatea ei ca entitate cosmică și câteva dintre proprietățile sale de bază. Pentru aceasta trebuie să încercați să vă familiarizați într-un mod foarte sintetic cu problematica actuală a Universului: alcătuire, modul de structurare a sistemelor componente, dimensiuni, origine și evoluție. Aceste elemente sunt importante și semnificative în formarea unei imagini corecte asupra situației Pământului în spațiul cosmic, deoarece acesta, ca parte a Universului, este strâns legat de fenomenele, procesele și elementele ce îl caracterizează.

Perceperea Universului de către oameni constituie, în momentul de față, un sistem de referință fundamental, atât pentru situarea corectă a planetei în sistemul solar și în Univers, cât și pentru conturarea individualității Terrei ca planetă și a celor care o locuiesc. De aici derivă și asumarea unei anumite responsabilități a omenirii pentru evoluția sa ulterioară. Deși, aparent, este greu de demonstrat, elementul principal al acestei situații în Univers îl reprezintă ceea ce am putea denumi „dimensiunea cosmică a existenței umane”.

Paginile care urmează reprezintă un îndemn pentru dezvoltarea interesului față de lumea fascinantă a Universului (stele, evoluții stelare, planete, alte corpuri cosmice, evoluția Universului, situarea Terrei în sistemul solar).

Principalele caracteristici ale Terrei (formă, dimensiuni, mișcări) au o importanță covârșitoare asupra caracteristicilor mediului înconjurător și asupra societății omenesti.

Sistemul Pământ - Lună, deosebit de interesant și complex, dacă nu este propriu-zis un unicat la nivelul Universului, pare cel puțin foarte rar. Acesta se poate dovedi a fi un sistem determinant pentru fenomenele de la suprafața scoarței terestre. Este posibil ca într-un anumit orizont de timp să putem explica mai exact următoarea afirmație ce aparține lui Jules Verne: *Luna a fost o lume locuibilă și locuită, înaintea Pământului. Luna este în prezent o lume nelocuibilă și nelocuită.*

O consecință deosebită a caracteristicilor fizice și geometrice ale Terrei și ale mișcării sale de rotație o reprezintă organizarea planetei pe geosfere: geosfere interne (care definesc structura internă a Terrei) și geosfere externe (reliefosfera, atmosfera, hidrosfera, biosfera și pedosfera).

În urma parcurgerii acestui capitol, veți dobândi anumite competențe care vă vor permite:

- utilizarea unei terminologii științifice noi referitoare la Univers și sistemul solar;
- argumentarea și explicarea fenomenelor;
- utilizarea unor concepte și metode din diferite științe;
- identificarea interacțiunilor dintre Univers – sistemul solar – Pământ;
- formarea unei atitudini pozitive față de civilizația planetei noastre;
- dezvoltarea interesului pentru cunoaștere.

## A. UNIVERSUL

Corpurile cosmice care se văd cel mai bine de pe planeta noastră sunt Soarele și Luna. Luna este satelitul natural al Pământului, iar Soarele, steaua în jurul căreia se rotesc planetele care formează sistemul solar.

Privind cerul noaptea, se observă numeroase puncte strălucitoare; cele mai multe sunt stele și par fixe unele față de altele; foarte puține dintre ele se mișcă pe bolta cerească de la o zi la alta – acestea sunt planetele sistemului solar și se rotesc în jurul Soarelui.

**Stelele** apar pe bolta cerească într-un mod care permite gruparea lor convențională în anumite configurații denumite *constelații* (Fig. 1, 2). Întreaga boltă cerească este împărțită în 88 astfel de constelații care poartă, în cea mai mare parte, denumiri provenite din Antichitate. Bolta cerească pare a se roti pe parcursul unei zile în jurul unui punct fix situat în apropiere de Steaua Polară din constelația Ursa Mică, dar aceasta este de fapt reflectarea rotirii Pământului în jurul axei sale.

O bandă a boltii cerești, formată din 12 constelații, este situată în același plan cu orbita Pământului în jurul Soarelui și cuprinde constelațiile zodiacului care au atras atenția încă din Antichitate (deoarece sunt traversate de Lună și planete, în mișcarea lor aparentă).

Constelațiile au sens doar dacă sunt privite de pe Pământ, sau din sistemul nostru solar. Ele grupează stele care se află la distanțe diferite față de punctul de observare.

Luminozitatea stelelor observabile pe bolta cerească este diferită în funcție de caracteristicile proprii fiecăreia dintre ele (masă, temperatură, mărime, compoziție chimică, vârstă, stadiu de evoluție).

Stelele se grupează în aglomerări mai mari denumite **galaxii**. Soarele și sistemul solar fac parte din Calea Lactee sau „galaxia noastră” (Fig. 3, 4, 5); o parte a Căii Lactee este observabilă noaptea pe bolta cerească cu

ochiul liber și are aspectul unui brâu mai luminos. Ea are forma unui disc și cuprinde peste 150 miliarde de stele.

Cu ajutorul unor instrumente optice tot mai perfecționate s-a observat că unele dintre punctele luminoase, care par a fi stele, sunt în realitate aglomerări de stele, adică galaxii.

Cu cât se pătrunde mai adânc în interiorul spațiului cosmic, instrumentele de observare pun în evidență un număr tot mai mare de galaxii. Rezultă că aceste structuri cosmice, galaxiile (formate dintr-o asociere de stele, de la câteva milioane la câteva sute de miliarde, care se rotesc în jurul părții centrale), formează o prezență constantă în Univers (Fig. 6).

Distanțele din spațiul cosmic au alte dimensiuni decât cele din apropierea noastră (DOC 1). Mult timp, cunoașterea spațiului cosmic a fost limitată de observarea directă, cu ochiul liber. Cu ajutorul lunetei s-a făcut un mic pas înainte, iar cu ajutorul telescopului progresul a fost considerabil (Fig. 7). Limita până la care instrumentarul optic actual poate ajunge cuprinde în interiorul ei *Universul observabil* (sau „metagalaxia”), dincolo de care se întinde *Universul fizic* (detectabil indirect) și *Universul total* (presupus).

Universul este considerat a fi un ansamblu de materie și energie răspândit într-un spațiu presupus foarte întins, aproape infinit.

Materia Universului este formată din galaxii vizibile cu mijloace optice (grupe frecvent în „roiuri de galaxii”), galaxii identificate prin semnale radio (radiogalaxii), quasari (obiecte cosmice cvasistelare care au energii asemănătoare galaxiilor), pulsari (sursă galactică de unde radio care emite regulat impulsuri – Fig. 8), nori de praf cosmic etc.

Corpurile cosmice (stele, galaxii) se află în interacțiune prin mai multe forțe, dintre care cea mai ușor sesizabilă este atracția gravitațională.

**Constelație** – formă geometrică sau neregulată care provine din unirea imaginată a unor stele situate pe o anumită suprafață a boltii cerești.

**Cosmos** – denumire aproximativ similară cu cea de Univers, prin care se înțelege totalitatea elementelor, fenomenelor și proceselor care au loc în spațiul exterior planetei noastre; are sensul de întreg, dar totodată și de „ordine”.

**Galaxie** – ansamblu de obiecte cosmice (stele, sisteme planetare, nori de gaz) aflate într-o corelație gravitațională; între galaxii există o concentrare redusă de materie și energie prin comparație cu cea din interiorul galaxiilor.

**Univers** – concept foarte general care desemnează un ansamblu de materie și de energie, răspândit într-un spațiu cosmic presupus foarte întins (aproape infinit), care suferă o evoluție continuă și treceri succesive ale materiei în energie și invers. Cuprinde totalitatea corpurilor cerești cunoscute în acest moment (stele, sisteme planetare, galaxii, roiuri de galaxii, praf cosmic, pulsari etc.)

**Univers fizic** – Univers situat dincolo de Universul observabil (pe care îl include), detectabil indirect și presupus ca atare prin studierea unor informații diferite de cele optice și pe baze teoretice.

**Univers observabil** – parte a Universului până la care se poate observa cu ajutorul instrumentelor actuale.

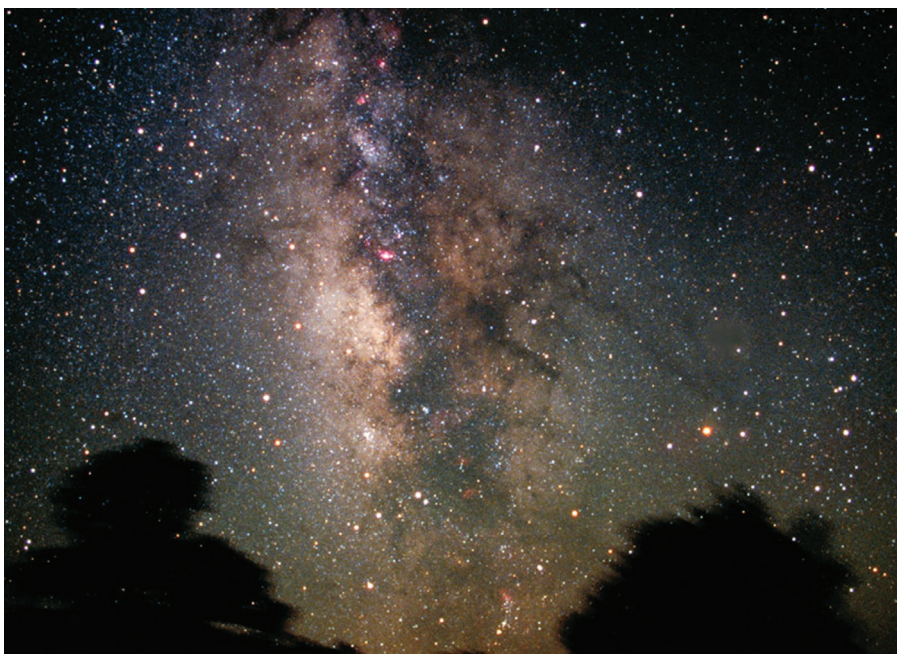


Fig. 1 Constelația Săgetătorului (Calea Lactee, galaxia noastră)

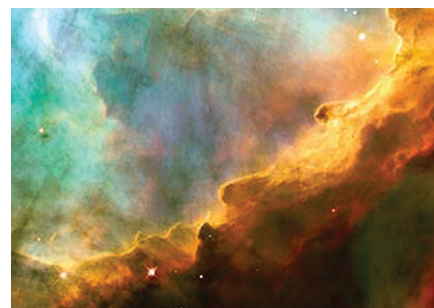


Fig. 2 Constelația Omega (Calea Lactee, galaxia noastră) situată la 5500 de ani-lumină de Constelația Săgetătorului



Fig. 3 Imaginea Căii Lactee în infraroșu, preluată de satelitul COBE

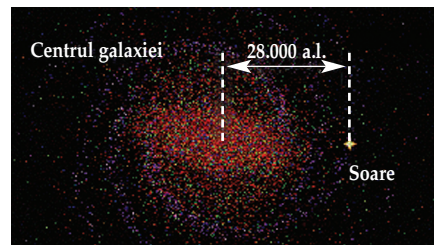


Fig. 4 Poziția sistemului solar în galaxia noastră; vedere spațială

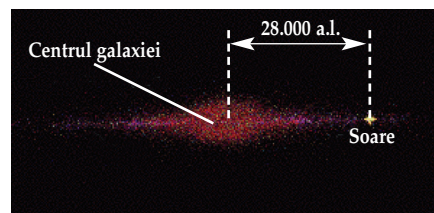


Fig. 5 Poziția sistemului solar în galaxia noastră; vedere în secțiune



Fig. 6 Univers. Imagine preluată de telescopul Hubble

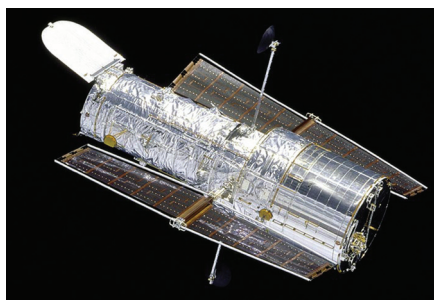


Fig. 7 Telescopul Hubble

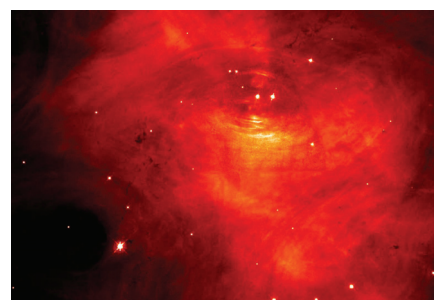


Fig. 8 Pulsar în Constelația Taurului

DOC 1	Distanțele în spațiul cosmic	
Spre deosebire de Pământ, unde distanța se exprimă în metri și kilometri, în spațiul cosmic aceasta se exprimă prin unități mult mai mari. În sistemul nostru solar se folosește unitatea astronomică egală cu distanța medie Pământ - Soare (1 u.a.).		
Pentru distanțele din galaxie și distanțele extragalactice se folosește anul-lumină (distanța parcursă de lumină într-un an), parsecul (3,26 ani-lumină) și kiloparsecul.		
Unitatea de măsură	Simbol	Transformări
Unitatea astronomică	u.a.	150 milioane km ( $15 \cdot 10^7$ km)
Anul-lumină	a.l.	$9 \cdot 10^{12}$ km; 63 300 u.a.
Parsecul	pc	3,26 a.l.; $31 \cdot 10^{12}$ km
Kiloparsecul	kpc	$10^3$ pc

## B. SISTEMUL SOLAR

Sistemul solar este un ansamblu format din Soare și o serie de corpuri cerești care se mișcă în jurul lui sub influența forței sale de atracție: cele opt planete cu sateliții lor (aproximativ 170), un număr mare de comete, meteoriti, asteroizi și o materie interplanetară dispersată – pulberi, molecule, atomi (Fig. 1, DOC 1, 2).

Planetele se rotesc în jurul Soarelui pe orbite situate aproape în același plan (Fig. 2).

### SOARELE

Acesta este situat în centrul sistemului nostru solar și concentrează 99% din masa totală a acestuia. Densitatea este de  $1,41 \text{ g/cm}^3$  (adică  $1/4$  din densitatea medie a Pământului), fapt ce se explică prin aceea că este alcătuit în întregime din gaze (Fig. 3). S-a observat că Soarele execută o mișcare neuniformă de rotație în jurul axei sale, ce scade de la Ecuator (unde este de 25 zile) spre poli (30 zile).

Soarele este compus dintr-o parte centrală (interiorul Soarelui) și atmosfera solară (Fig. 4).

**Interiorul Soarelui** se caracterizează prin temperaturi foarte ridicate și presiuni foarte mari, care fac ca materia să fie în stare de plasmă. Pe suprafața Soarelui au loc reacții termonucleare care duc la eliberarea unei mari cantități de energie în spațiul cosmic. De asemenea, din Soare este trimis în spațiul cosmic un *flux continuu de radiații* care poartă numele de „vânt solar”. Din acest flux, Pământul primește a doua miliardă parte, denumită *constantă solară*.

**Atmosfera** se compune din următoarele straturi: *fotosferă*, *cromosferă* și *coroana solară*. Fotosferă se află situată la baza atmosferei. Aici apar uneori porțiuni mai întunecate, denumite „pete solare”; cu o periodicitate de aproximativ 11 ani. În cromosferă apar erupții care generează așa-numitele „protuberanțe solare”. Coroana solară reprezintă partea exterioară a atmosferei; ea este vizibilă de pe Pământ în timpul eclipselor totale de Soare.

### PLANETELE

■ **Mercur**, planeta cea mai apropiată de Soare, arată acestuia aceeași emisferă, perioadă de rotație fiind egală cu cea de revoluție.

■ **Venus** (Luceafărul) este cea mai strălucitoare planetă a sistemului solar și se aseamănă ca dimensiuni cu Pământul. Atmosfera planetei este foarte densă. Datorită apropierii de Soare și a „efectului de seră” produs de dioxidul de carbon, temperatura este de peste  $400^\circ\text{C}$ .

■ **Marte** este planeta care se apropie cel mai mult de condițiile de pe Terra. Atmosfera rarefiată (1% din cea terestră) face ca pe suprafața planetei să existe schimbări bruște de temperatură de la zi la noapte (între  $+15^\circ$  și  $-70^\circ\text{C}$ ).

În compoziția atmosferei predomină dioxidul de carbon. Pe suprafața planetei s-au putut identifica „mări”, calote polare (formate din dioxid de carbon și apă) deșerturi (de culoare roșie, datorită oxizilor de fier), munți, cratere, canioane, cursuri ale unor vechi râuri ș.a (DOC 3).

■ **Jupiter**, cea mai mare planetă din sistemul solar, este formată din hidrogen (76%) și heliu, aflate în stare gazoasă la exterior și în stare solidă în interior. S-a observat că Jupiter radiază de două ori mai multă energie decât primește de la Soare, fiind singura planetă cu o astfel de proprietate. Are cel mai mare număr de sateliți (dintre care doi – Io și Ganymede – comparabili cu Luna) și un câmp magnetic planetar foarte puternic.

■ **Saturn** are în planul ecuatorial un inel format dintr-un număr mare de corpuri cu dimensiuni reduse care reflectă radiațiile luminoase; dintre cei 62 de sateliți s-a observat că Titan (cu diametrul mai mare decât al Lunii) are o atmosferă proprie și se consideră a fi cel mai mare satelit din sistemul solar.

■ **Uranus** este o planetă cu o turtire apreciabilă ( $1/10$ ) și o poziție curioasă în spațiu, axa polilor fiind situată aproape în planul orbitei.

■ **Neptun** are o temperatură scăzută ( $-200^\circ\text{C}$ ) și o atmosferă în care există hidrogen, heliu și amoniac. Unul dintre cei 14 sateliți ai planetei (Triton) este comparabil ca mărime cu Luna.

■ Mult timp (între 1930 și 2006) un alt corp cosmic situat dincolo de orbita planetei Neptun a fost considerat o planetă: **Pluto**. În prezent, Pluto este considerat o planetă pitică, denumită plutoid.

## DICTIONAR

**Constantă solară** – cantitatea de energie primită de la Soare pe o suprafață de  $1 \text{ cm}^2$ , timp de un minut, măsurată la limita superioară a atmosferei terestre, perpendiculară pe direcția de propagare a razelor solare; are valoarea de  $1,94 \text{ cal/cm}^2 / \text{min}$ .

**Planetă** – aglomerare de materie cu o formă predominant sferică, emanând o cantitate redusă de energie și care se rotește în jurul axei sale și în jurul unei stele.

**Plasmă** – substanță gazoasă, puternic ionizată, ale cărei proprietăți fizice sunt determinate de existența ionilor și a electronilor în stare liberă.

**Sistem solar** – ansamblu de corpuri cosmice (format din planete și alte aglomerări de materie) care gravitează în general în jurul unei stele, legat de aceasta printr-un sistem de forțe care îi imprimă o mișcare de rotație.

**Stea** – sistem structurat de materie și energie, cu lumină proprie și temperaturi ridicate, care ocupă un spațiu în general sferic, relativ bine determinat, unde se produc procese de generare a energiei. În ele este concentrată cea mai mare parte a materiei din galaxii și, implicit, din Univers.

### DOC 1

În ultimii ani au fost identificate în sistemul nostru solar mai multe corpuri cosmice (denumite planete pitice) care gravitează în jurul Soarelui, pe orbite îndepărtate. Unul dintre acestea (Ceres) este însă mai apropiat (între Marte și Jupiter), iar altele (Pluto, Haumea, Makemake și Eris), denumite „plutoide” sunt situate la marginea sistemului solar, în apropierea orbitei lui Pluto, considerată un timp ca planetă.

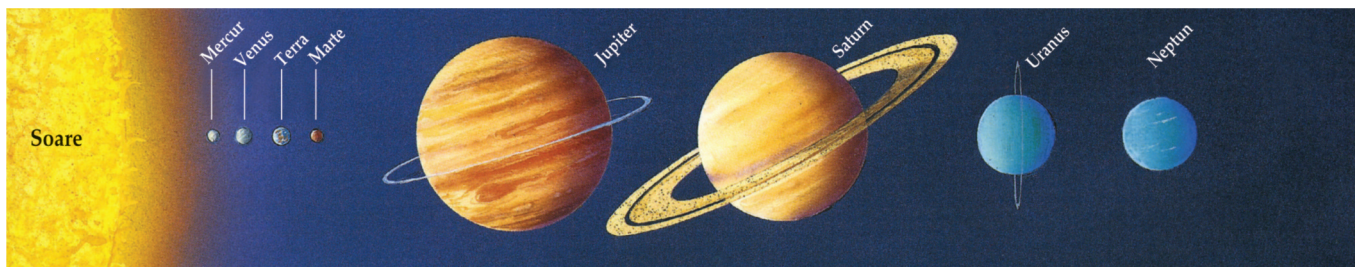


Fig. 1 Planetele sistemului nostru solar: poziție relativă și dimensiuni aparente

**DOC 2** Planetele și sistemul solar

Planeta	Distanța medie față de Soare		Masa în raport cu Terra	Raza Ecuatorului în raport cu Terra	Perioada de rotație	Perioada de revoluție (ani)	Număr de sateliți
	mil. km	u.a.					
Mercur	57,9	0,4	0,05	0,38	87 zile	0,24	–
Venus	108,2	0,7	0,81	0,95	243 zile	0,6	–
Terra	149,6	1,0	1,00	1,00	24h	1,0	1
Marte	227,9	1,5	0,10	0,53	24,6h	1,9	2
Jupiter	778,3	5,2	317,80	11,20	9,8h	11,9	67
Saturn	1423	9,5	95,10	9,50	10,2h	29,4	62
Uranus	2867	19,1	14,50	4,00	17,9h	84,0	27
Neptun	4488	30,0	17,20	3,88	19,2h	164,8	14

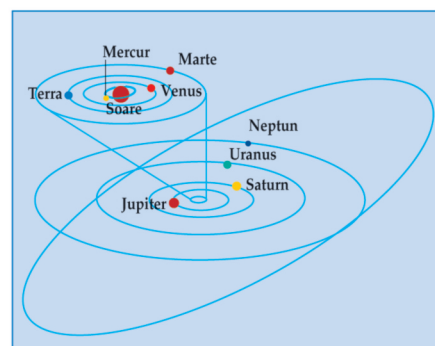
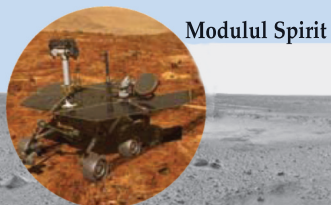
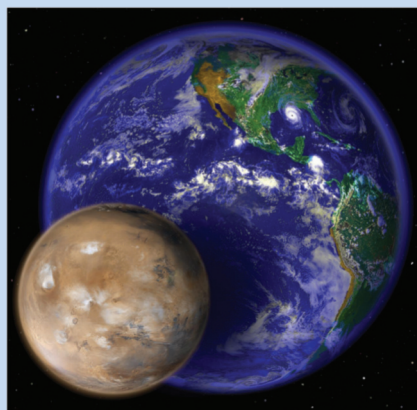


Fig. 2 Orbitele planetelor sistemului nostru solar

**DOC 3** Misiuni pe planeta Marte

Cucerirea planetei Marte reprezintă noua provocare a omului. După mai multe încercări, amartizarea a devenit realitate. În ultimii ani, mai multe module au reușit să coboare cu succes pe „planeta roșie”. Ele au misiunea de a transmite informații legate de geologie, nivelul de radiații și dacă a existat vreodată apă sau viață pe Marte. În privința apei, răspunsul este pozitiv.



Prima panoramă transmisă de modulul Spirit

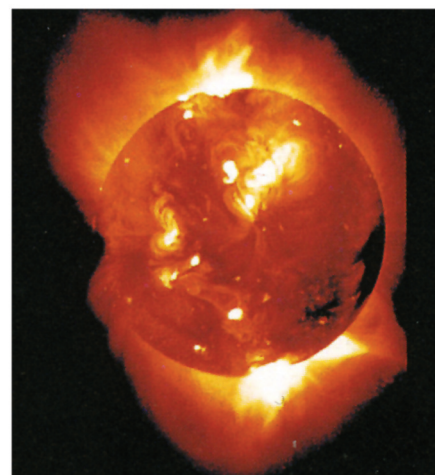


Fig. 3 Soarele

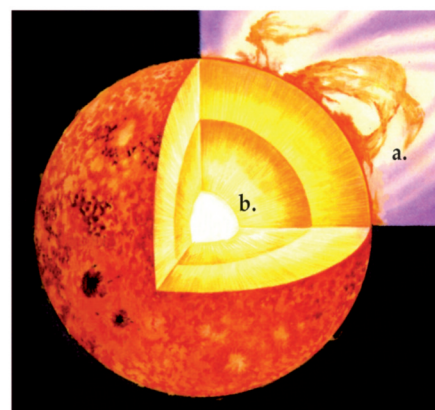


Fig. 4 Structura Soarelui: a. cromosfera cu protuberanțe solare; b. interiorul Soarelui (materie în stare de plasmă)

## A. EVOLUȚIA UNIVERSULUI ȘI A SISTEMULUI SOLAR

### EVOLUȚIA UNIVERSULUI

O serie de descoperiri au permis construirea unei ipoteze denumite „expansiunea Universului”, care are ca început o „mare explozie” (Big Bang) ce a avut loc în urmă cu aproximativ 14–15 miliarde de ani (DOC 1, 2).

Astfel, cercetându-se un număr mare de galaxii, s-a observat că acestea se deplasează în Univers cu viteze diferite, care sunt proporționale cu distanțele la care se află situate. Studiindu-se această „fugă a galaxiilor” s-a ajuns la concluzia că Universul se află în expansiune.

La aceasta se adaugă și alte observații care conduc la ipoteza unui moment inițial al Universului, caracterizat printr-o densitate și o temperatură foarte mari, stare de la care se presupune că a pornit expansiunea.

Se apreciază că „formarea Universului” a durat 3 minute, iar la 100 milioane de ani de la „marea explozie” Universul era un amestec gazos difuz de hidrogen și heliu la o temperatură foarte scăzută. Ulterior, în același timp cu „dilatarea” sa, repartitia acestor elemente chimice (hidrogen și heliu) a devenit neomogenă în spațiile cu o concentrare mai mare apărând, sub acțiunea gravitației, formațiuni sferice (protogalaxii).

La o densitate suficient de mare a acestor formațiuni sferice alcătuite din hidrogen și heliu, se formează, în interiorul lor, prima generație de stele.

Stelele din prima generație trăiesc până într-un anumit moment al evoluției lor (determinat îndeosebi de masă) – stadiul de novă sau supernovă – când explodează; în locul lor se formează un nor gazos alcătuit atât din elemente inițiale (hidrogen, heliu), cât și din elemente noi, mai grele, generate de această explozie (care dau naștere planetelor); din acest nor gazos se formează foarte repede o nouă stea (Fig. 1). Acest proces a continuat până în prezent. Se presupune că Soarele nostru este o stea din a treia generație.

### EVOLUȚIA SISTEMULUI SOLAR

Ideea de la care se porneste de obicei în explicarea formării sistemului solar este aceea a existenței unei aglomerări gazoase din care s-au format concomitent Soarele actual și planetele. Acest punct de vedere este în concordanță cu cercetările actuale care arată că întreaga evoluție a stelelor pornește de la această situație inițială. Acest proces s-a observat că are loc în prezent în mod real în Univers. Aglomeratia de gaz și praf a rezultat în urma exploziei stelei anterioare Soarelui; au existat înainte încă 2-3 momente în care stelele anterioare Soarelui au evoluat în conformitate cu modelul de evoluție a acestora: *nor gazos* → *stea* → *explozie* → *nor gazos* → *stea*.

O dată cu concentrarea norului spre centru (unde se află 99% din masa sa) acesta și-a mărit viteza de rotație. Contractia materiei s-a realizat mai mult perpendicular pe planul orbitei, și mai puțin în lungul acesteia, de aici rezultând o masă centrală de materie (Soarele) înconjurată de un disc turtit cu o rază de cca. 30 u.a. (aproximativ până la orbita planetei Neptun).

Din partea centrală a discului s-a format Soarele, iar din inelul discului s-au format planetele care gravitează în jurul Soarelui în planuri orbitale apropiate de planul ecuatorului solar.

La o concentrare suficientă a materiei în partea centrală a discului au început să aibă loc reacții termonucleare care au dus la „aprinderea” Soarelui.

În acest fel, în momentul contractiei norului gazos (spre stadiul de stea), se realizează transferul mișcării din partea centrală a discului spre periferie (unde sunt planetele). Acest transfer al mișcării a dus la încetinirea rotirii Soarelui în jurul axei sale, la separarea centrului (Soarele) de periferie (planete).

Această teorie cosmogonică, redată succint mai sus, a fost elaborată de astrofizicianul englez Fred Hoyle. Ea nu dă un răspuns explicit diferențelor de compoziție chimică și de proprietăți fizice dintre planetele sistemului solar precum și asupra modului de formare a sateliților planetelor (Fig. 2, DOC 3).

**Big Bang** – model ipotetic al Universului care postulează ideea că materia și energia au fost cândva concentrate într-o formă inimaginabil de densă, plasată cu 14 – 15 miliarde ani în urmă.

**Implozie** – distrugerea echilibrului de forțe al unei stele prin compactare gravitațională („explozie în interior”).

**Novă** – stea „nouă” rezultată în urma exploziei unei stele anterioare și formată în locul acesteia.

**Pulsar** – stea cu volum oscilant, pulsatoriu, care își păstrează masa, dar își modifică extrem de rapid dimensiunile, revenind mediat la situația anterioară; dă impresia că „pulsează”.

**Quasar** – sursă stelară de unde radio.

**Reacție termonucleară** – reacție produsă la suprafața stelelor prin unirea atomilor de hidrogen, formarea atomilor de heliu și eliberarea unei cantități de energie.

**Supernovă** – stea de tip „novă”, de dimensiuni foarte mari.

#### DOC 1 Viitorul Universului

Această evoluție descrisă conform ipotezei expansiunii duce imediat la o întrebare legitimă referitoare la evoluția în viitor și la timpul cât va dura această evoluție. În acest context, există părerea că la o dilatare suficient de mare, ajungându-se la un anumit punct critic, Universul va suferi o „implozie”, întreaga materie și energie revenind la situația inițială. Orizontul de timp este însă foarte îndepărtat.

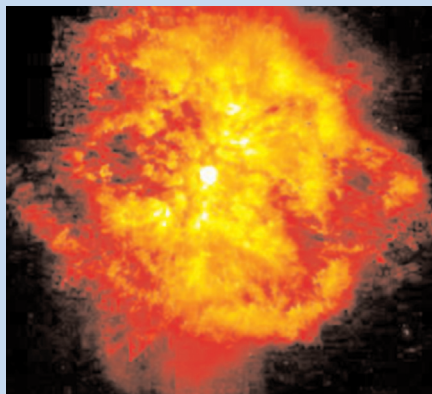
La scara sistemului solar, explozia Soarelui și transformarea sa într-o altă stea, mai mică și mai densă, ar fi posibilă peste alte 4 – 5 miliarde de ani.



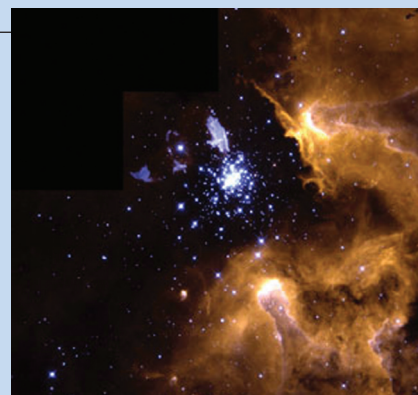
Modelul evoluției Universului pornește de la ideea unei stări inițiale de densitate infinită și volum zero. Expansiunea Universului a început o dată cu Big Bang (*Marea explozie inițială*), acum aproximativ 14-15 miliarde ani. Din momentul exploziei, **spațiul și timpul** se impun ca elemente de referință principale.

În primele secunde, pe fondul unei dilatări imense, se formează particulele de neutroni, protoni și fotoni. În secunde ce au urmat, temperatura scade, și ca urmare, încep să se desfășoare reacții nucleare, rezultând primele nuclee de H și He. La 300 000 ani de la Big Bang, Universul devine „transparent”. Pe fondul general al scăderii temperaturii, numărul fotonilor se reduce, la forțele nucleare se adaugă cele electromagnetice și de aici rezultând structuri stabile – **atomii**. După un milion de ani materia predomină asupra radiației; acest lucru va

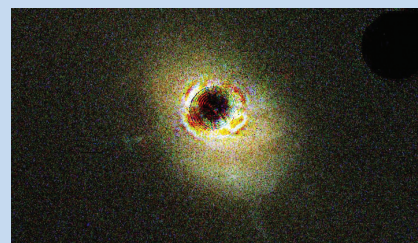
declanșa forța gravitațională ce va determina o structurare a materiei, prin condensare. Acum începe formarea protogalaxiilor, prin aglomerarea hidrogenului. La 4 miliarde ani iau naștere primele stele, iar la 5 miliarde ani se formează deja a doua generație de stele și apar quasarii.



Big Bang – aspect ipotetic

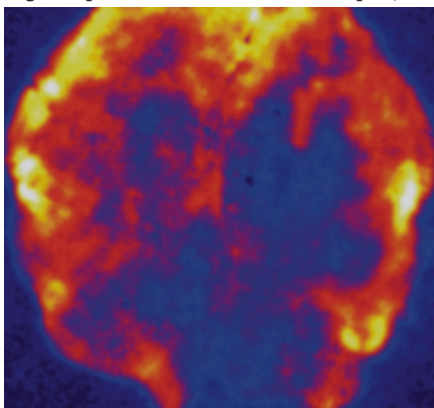


Noi generații de stele



Quasar

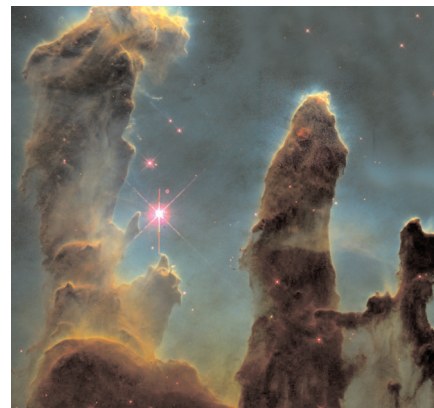
Fig. 1 Explozia unei stele determină apariția altora



a. Stadiul de novă sau supernovă; explozia.



b. Stadiul de nor gazos



c. Stadiul formării noilor stele

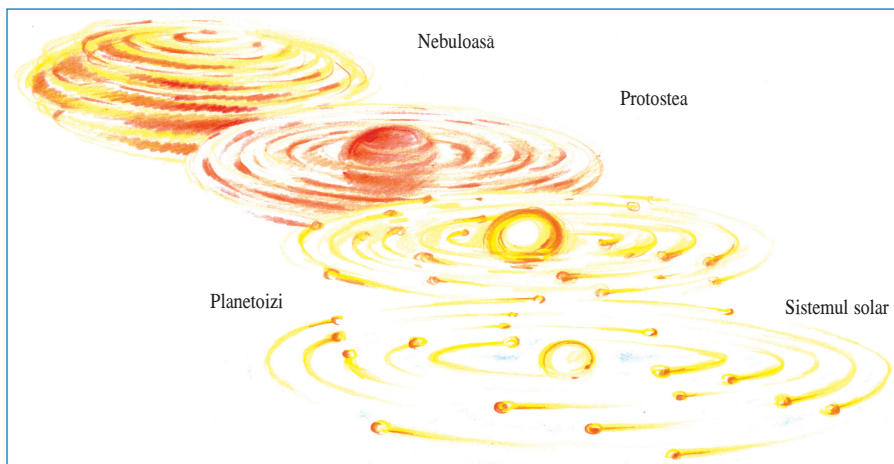


Fig. 2 Formarea sistemului solar

O ipoteză cosmogonică trebuie să răspundă la următoarele grupe de probleme:

- De ce cea mai mare parte a masei sistemului solar (peste 99%) este concentrată în Soare, iar cea mai mare parte a mișcării totale (peste 98%) în planete?
- De unde provin elementele chimice care formează sistemul solar?
- De ce Soarele se rotește atât de încet în jurul axei sale?
- Cum se explică diferențele între proprietățile fizice ale planetelor?

## B. EVOLUȚIA TERREI

Cercetările recente au arătat că Soarele și, aproape concomitent cu el, planetele, s-au format din condensarea materiei ( $H_2$ , alte gaze, elemente chimice) provenite din explozia unei stele existente înaintea Soarelui nostru. Condensarea norului de gaz și praf s-a realizat mai mult spre centru. Ca rezultat al acestei condensări, acesta a căpătat o mișcare de rotație, care a dus la formarea unui disc turtit în care se realiza un transfer continuu de rotație dinspre centru (Soare) spre disc (explicându-se astfel de ce cea mai mare parte a mișcării totale a sistemului solar — 99% — este concentrată în planete). În planul acestui disc au început să se formeze vârtejuri și concentrări de materie (protoplanete), care nu mai puteau fi distruse de atracția solară. Contractarea Soarelui a dus, în condițiile unui nivel suficient de dens al materiei solare, la formarea unor reacții termonucleare și, astfel, la mărirea temperaturii și a volumului până la valorile actuale. Acest proces a avut loc cu aproximativ 4,5–5 mld. ani în urmă. Planetele au început să se încălzească progresiv datorită concentrării materiei și a dezintegrării materialelor radioactive (DOC 1).

După formarea Terrei ca planetă (în urmă cu 4,5 mld. ani), datorită mișcării de rotație s-a realizat o grupare, după densitate, a elementelor din care era formată inițial planeta, cele mai grele concentrându-se în interior. Se pare că, inițial, Pământul era mai mic, avea o mișcare de rotație mult mai rapidă (de două ori mai mare) și o scoarță exterioară solidă (DOC 2). Încălzirea Terrei s-a făcut din interior, progresiv, datorită dezintegrării elementelor grele. Scoarța a fost fracturată de magme venite din interior care au adus la suprafață substanțe, gaze și apă; peste litosfera inițială au apărut astfel atmosfera și, aproape simultan, hidrosfera. Creșterea masei atmosferei (din cauza erupțiilor vulcanice) a avut ca efect, în timp, o „frânare” a mișcării de rotație a Pământului (de la 10 ore inițial, la 24 ore astăzi). Totodată, pe parcursul evoluției sale, raza Terrei a crescut (cu 1/3), dar masa a rămas aproape constantă. Inițial, forma Pământului era aproape sferică, denivelările ulterioare ale suprafeței terestre

fiind rezultatul curenților de convecție, expansiunii oceanelor și coliziunii maselor continentale. Hidrosfera inițială avea o masă mai redusă (oceanele fiind mult mai mici), hidrosfera actuală fiind maximă. Apariția vieții (foarte devreme la scara timpului, cu 3,6–4 mld. ani în urmă) și, mai ales, evoluția ei, au dus la modificarea compoziției atmosferei de la starea inițială (foarte densă, cu  $CO_2$ ,  $NH_3$ ) la cea actuală, cu  $O_2$  (care este aproape integral datorat biosferei).

Sucesiunea principalelor evenimente în timp se poate repeta la în scara geocronologică (DOC 3).

În timpul evoluției Terrei au existat mai multe cicluri orogenetice, mai cunoscute fiind ultimele trei, care au avut loc în Paleozoic, Mezozoic și Cenozoic (orogenezele caledoniană, hercinică și alpină). Este foarte probabil ca munții ultimei orogeneze (sistemul alpin) să fie cei mai înalți din evoluția Terrei.

Primul moment critic din istoria geologică a Terrei a fost în urmă cu 3,7 mld. ani, în perioada Arhaică, atunci când creșterea puternică a „efectului de seră”, datorat atmosferei, ar fi putut duce la o încălzire accentuată și ireversibilă a Terrei. Dacă Pământul s-ar fi aflat mai aproape de Soare, încălzirea ar fi dus la imposibilitatea menținerii hidrosferei lichide, la o temperatură mai ridicată și la o altă compoziție (în care ar fi predominat  $CO_2$ ). În sistemul solar, o situație de acest fel se întâlnește pe planeta Venus.

Un alt moment critic l-a constituit răcirea puternică a climei și instalarea ghețarilor în Proterozoic (acum 1,7 mld. ani, mai precis la 2,8 mld. ani de la formarea Pământului). S-a calculat că, dacă temperatura ar fi scăzut cu încă 3–4°C, Pământul ar fi fost acoperit în întregime de ghetari, proces care ar fi putut fi ireversibil. Această răcire (din timpul „atmosferei de azot”) a fost treptat diminuată datorită creșterii concentrației de oxigen (produs de algele marine și adăugat succesiv atmosferei) și a efectului de seră.

Depășind aceste două momente critice, mediul terestru a continuat să evolueze până astăzi, devenind tot mai complex și favorizând dezvoltarea vieții (Fig. 1).

## DICTIONAR

**Curenți de convecție** – curenți care străbat scoarța terestră, din interior spre litosferă, având aspectul unui circuit (de unde și denumirea de „celulă de convecție”), cu câte o ramură ascendentă și o ramură descendentă; în locul în care curenții ascendenți ajung la suprafață se formează rifturi.

**Dezintegrare** – proces fizic de separare a elementelor grele în elemente mai ușoare, cu eliberare de energie și căldură.

**Efect de seră** – încălzirea aerului din troposfera inferioară, ca urmare a reflectării radiației calorice, provenind de la suprafața terestră, de către  $CO_2$ .

**Scară geocronologică** – tabel sintetic în care este redată evoluția Pământului în raport cu timpul.

### DOC 1 Conexiunea dintre evoluția Universului, a sistemului solar și a Terrei

Între evoluția Universului, a sistemului solar și a Terrei există o conexiune care rezultă parțial și din modelele fiecărei evoluții în parte. Formarea Soarelui reprezintă un anumit moment al evoluției stelelor și a sistemelor de stele (galaxii), care au un anumit sens în evoluția Universului. Conform teoriei expansiunii Universului, Soarele reprezintă o stea rezultată dintr-o evoluție anterioară, care la un moment dat a putut să-și mențină un sistem planetar. Planetele sunt compuse din elemente rezultate din explozia stelei anterioare Soarelui. Terra urmează aceeași evoluție ca a altor planete sau sateliți: concentrarea materiei, aranjarea gravitațională, dezintegrarea elementelor grele, „încălzirea” din interior spre exterior, formarea, evoluția și creșterea complexității geosferelor.

Evoluția Terrei, așa cum este cunoscută în liniile ei generale, poate fi interpretată și într-un mod mai complex. Această teorie presupune că toate sistemele de materie și energie se subsumează unui suprasistem asemănător unui organism inteligent și conștient, care întreține un mediu stabil, cu o mare capacitate de autoreglare.

Această teorie, denumită Gaia (sau Geea, după un nume mitologic acordat Pământului), presupune existența unei entități ce include biosfera, atmosfera, hidrosfera și litosfera, conlucrând pentru întreținerea mediului de viață, întregul fiind mai mult decât suma părților. Se presupune că geosferele se echilibrează asemenea unor ființe vii și acest sistem de autoreglare face ca temperatura scoarței terestre să fie stabilă.

Dintre geosferele terestre, biosfera are principala funcție reglatoare a superorganismului, conducând la stabilizarea temperaturii și a compoziției chimice. Problema pe care și-o pune autorul acestei teorii este aceea legată de existența sau inexistența unui centru coordonator al acestui superorganism (James Lovelock, *The ages of Gaia*, Oxford University Press, 1995).

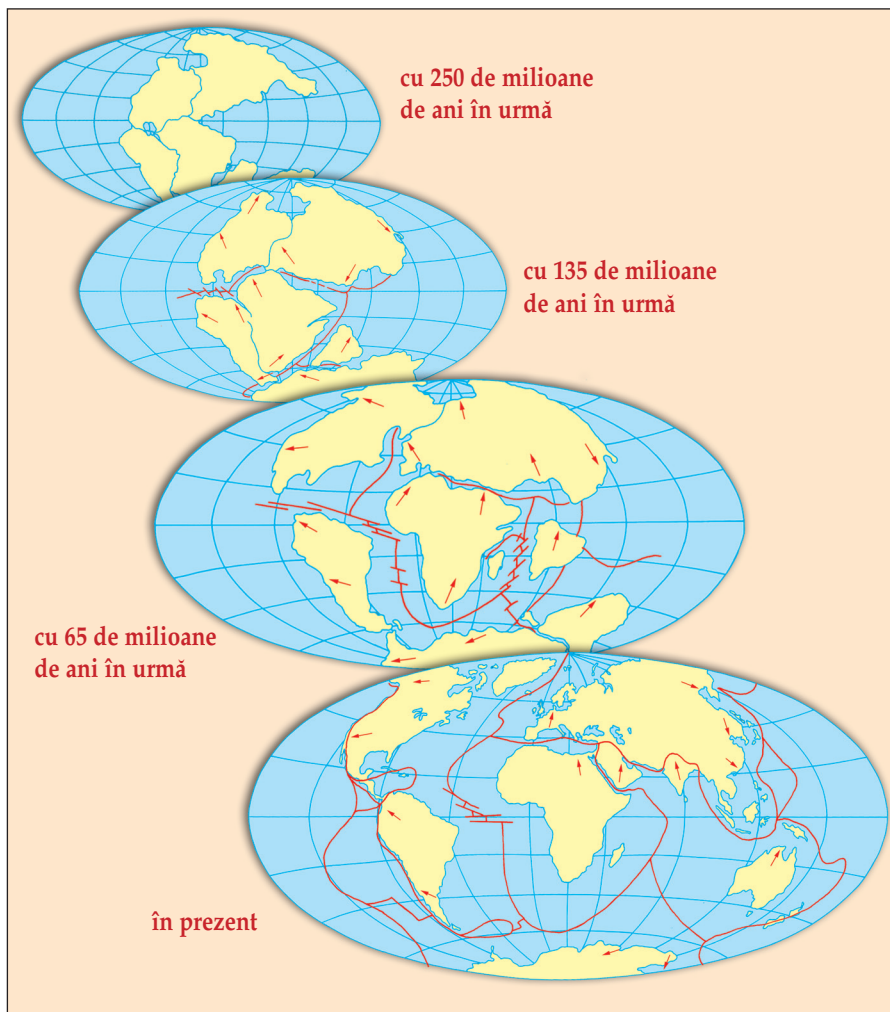


Fig. 1 Evoluția Terrei

Era	Perioada	Epoca	Durata (mil. ani)	Vârsta (mil. ani)	Ciclul orogenetic
Cenozoic (Neozoic)	Cuaternar	Holocen	0,01		Alpin
		Pleistocen	2	2	
	Neogen	Pliocen	3	5	
		Miocen	18	24	
	Paleogen	Oligocen	15	38	
		Eocen	16	54	
	Paleocen	11	65		
Mezozoic	Cretacic		71	135	Hercinic
	Jurassic		54	205	
	Triasic		35	245	
Paleozoic	Permian		55	300	Caledonian
	Carbonifer		65	360	
	Devonian		50	410	Hercinic
	Silurian		35	435	
	Ordovician		70	505	
	Cambrian		70	570	
Precambrian	Proterozoic		≈2 mld. ani	2,5 mld. ani	Cicluri precambriene
	Arheozoic		≈2,1 mld. ani	4,6 mld. ani	

Ansamblul evoluției și a succesiunii în timp a acestor fenomene poate fi sintetizat într-o **scară geocronologică** și în descrierea principalelor evenimente caracteristice **diferitelor ere și perioade geologice**. De studierea acestei evoluții a Pământului se ocupă **geologia istorică** și **paleogeografia**. Succesiunea diferitelor evenimente se poate stabili pe baza vârstei relative (folosind datele stratigrafice, paleontologice și tectonice) și a vârstei absolute a rocilor (folosind datarea radioactivă). Pentru a încadra în timp diferite evenimente se folosește **scara geocronologică**, scară care cuprinde următoarele subdiviziuni (de la cele mai mici la cele mai mari): era, perioada, epoca, vârsta (etaj). Aceste subdiviziuni se află într-un raport de incluziune. Astfel, era (cea mai mare subdiviziune) cuprinde mai multe perioade, fiecare perioadă, mai multe epoci, care pot cuprinde mai multe vârste.