

# Mari Idei în Astronomie

*O încercare de definire a educației în domeniul astronomiei*





# Mari Idei în Astronomie

*O încercare de definire a educației în domeniul astronomiei*

## Autori

João Retre (Institutul de Astrofizică și Științe Spațiale, Portugalia), Pedro Russo (Universitatea Leiden, Olanda), Hyunju Lee (Centrul de educație științifică Smithsonian, SUA), Eduardo Penteado (Muzeul de Astronomie și Științe Conex, Brazilia), Saeed Salimpour (Universitatea Deakin, Australia), Michael Fitzgerald (Universitatea Edith Cowan, Australia), Jaya Ramchandani (Povestea Fundației), Markus Pössel (Casa Astronomiei, Germania), Cecilia Scorza (Universitatea Ludwig Maximilians din München și Casa Astronomiei, Germania), Lars Lindberg Christensen (Observatorul European Austral), Erik Arends (Universitatea Leiden, Olanda), Stephen Pompea (Observatorul Național de Astronomie Optică - NOAO, SUA) și Wouter Schrier (Universitatea Leiden, Olanda)

**Proiectare:** Aneta Margraf-Druc (Știința acum/Universitatea din Leiden)

**Plan general:** Aneta Margraf-Druc (Știința acum/Universitatea din Leiden) și Carmen Müllerthann (Casa Astronomiei/Oficiul de Astronomie pentru Educație) & Aniket Kadu (OAE Center India/TLC/IUCAA/Pune)

## Traducători

*Moțoc Delia-profesor fizică la Colegiul Tehnic Anghel Saligny, București, Naghi Elisabeta Ana- membru al Comitetului Național Român pentru Astronomie și Coordonator Național pentru Educație în Astronomie, Uniunea Astronomică Internațională, Stavinschi Magda- dr, astronom amator, Trocaru Sorin, profesor fizică, inspector școlar Ministerul Educației.*

**First Romanian edition based on second English edition**

**ISBN/EAN: 978-94-91760-21-1**

**DOI:10.11588/heidok.00034263**

**Licența/Autorizația:** Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



## Mulțumeste pentru

Mulțumiri: Ismael Tereno (Institutul de Astrofizică și Științe Spațiale), Pedro Figueira (Observatorul European de Sud), Sérgio Pereira (Institutul de Astrofizică și Științe Spațiale), Monica Bobra (Universitatea Stanford), Piero Bienvenuti (Universitatea Padova) și Roy Bishop (Universitatea Acadia) pentru comentariile lor la această versiune a obiectivelor. João Retre recunoaște sprijinul financiar din partea Fundației Portugheze pentru Știință și Tehnologie prin granturile de cercetare IA2017-09-BGCT și UID/FIS/04434/2013. Pedro Russo mulțumește pentru sprijinul din partea proiectului NAOJ Sokendai „Astronomy Literacy” coordonat de Prof. Dr. Hidehiko Agata. NOAO (Observatorul Național de Astronomie Optică) este operat de Asociația Universităților pentru Cercetare în Astronomie (AURA), Inc., în baza unui acord de cooperare cu Fundația Națională pentru Știință. De asemenea, am dori să mulțumim comunității pentru comentariul dat cu privire la acest document în timpul procesului de revizuire.

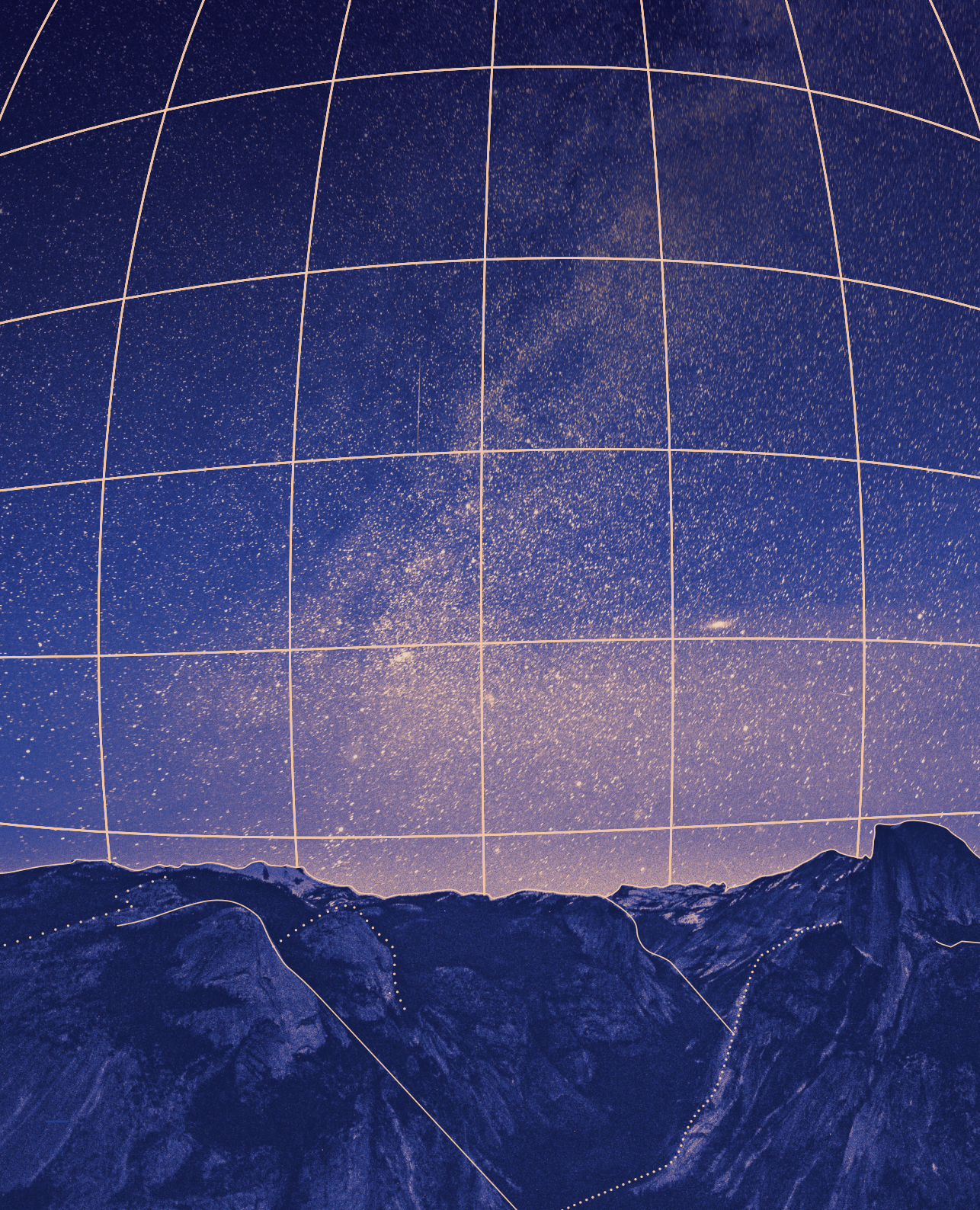
este un proiect al Observatorului din Leiden, Universitatea din Leiden (Olanda) și Institutul de Astrofizică și Științe Spațiale (Portugalia) în cadrul Comisiei UAI C1: Grup de lucru pentru educație și dezvoltare curriculară

**Uniunea Astronomică Internațională, Comisia C1, Educație în Astronomie și Dezvoltare: Președinte: Paulo Bretones**

Grupul de lucru UAI C1 Educație în astronomie și dezvoltare curriculară:

**Mari Idei în Astronomie este un proiect al Biroului de Astronomie pentru Educație al UAI.**





# Cuprins

06	<b>Mari Idei</b>
08	<b>Introducere</b>
10	<b>O scurtă prezentare a câtorva dintre Marile Idei ale Astronomiei</b>
12	<b>Privire de ansamblu asupra marilor Idei</b>
18	<i>Astronomia este una dintre cele mai vechi științe din istoria umanității</i>
22	<i>Fenomenele astronomice pot fi experimentate în viața noastră de zi cu zi</i>
26	<i>Cerul nopții este bogat și dinamic.</i>
30	<i>Astronomia este o știință care studiază obiectele și fenomenele cerești din Univers</i>
34	<i>Astronomia beneficiază și stimulează dezvoltarea tehnologiei</i>
38	<i>Cosmologia este știința explorării Universului ca întreg</i>
44	<i>Trăim cu toții pe o planetă mică în Sistemul Solar</i>
48	<i>Cu toții suntem făcuți din praf de stele</i>
54	<i>Există sute de miliarde de galaxii în Univers.</i>
60	<i>S-ar putea să nu fim singuri în Univers</i>
64	<i>Trebuie să protejăm Pământul, singura noastră casă din Univers</i>

# Mari Idei

1

*Astronomia este una dintre cele mai vechi științe din istoria umanității*

2

*Fenomenele astronomice pot fi experimentate în viața noastră de zi cu zi*

3

*Cerul nopții este bogat și dinamic.*

4

*Astronomia este o știință care studiază obiectele și fenomenele cerești din Univers*

5

*Astronomia beneficiază și stimulează dezvoltarea tehnologiei*

6

*Cosmologia este știința explorării Universului ca întreg*

7

*Trăim cu toții pe o planetă mică în Sistemul Solar*

8

*Cu toții suntem făcuți din praf de stele*

9

*Există sute de miliarde de galaxii în Univers.*

10

*S-ar putea să nu fim singuri în Univers*

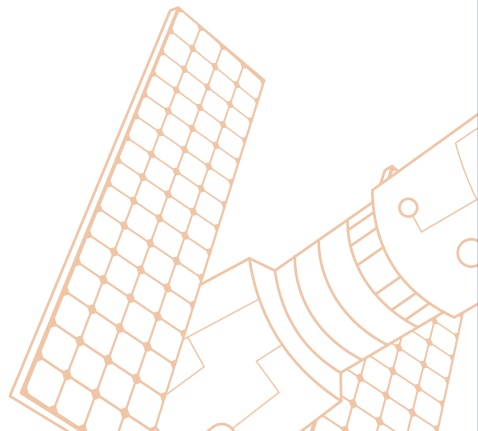
11

*Trebuie să protejăm Pământul, singura noastră casă din Univers*

# Introducere

## **Astronomia pentru toți**

Acesta este motto-ul Biroului pentru Astronomie al Uniunii Internaționale Astronomice (IAU). Dacă "Toți" este un termen foarte vast pentru a defini societatea și comunitățile ei, "Astronomia", ca baza de cunoștințe este, de asemenea, la fel de vast. Acest proiect "Mari Idei în Astronomie", analizează problema: "Ce ar trebui să cunoască locuitorii planetei Pământ despre astronomie?". "Mari Idei în Astronomie" prezintă unsprezece idei principale și le extinde sub forma unor idei secundare și informații suplimentare. Acest document este un ghid conceput pentru educatori și astronomi, pentru a-i ajuta să decidă ce subiecte ar trebui să abordeze în activitățile de predare, sesiunile de formare, activitățile de informare sau dezvoltare a resurselor. Totuși, pentru că acesta trebuie să fie un document dinamic, salutăm comentariile și remarcile venite din partea comunității astronomice, comunității pentru educație astronomică și comunității pentru educație științifică. În urma mai multor discuții, întâlniri, ateliere, prezentări, teleconferințe și interacțiuni - text (mesaje scrise) în acest document, propunem un set de "Mari Idei în Astronomie", o Definiție Propusă a Alfabetizării Astronomice. Acest document stabilește „Marile Idei” și conceptele suport despre astronomie, pe care toți cetățenii planetei noastre ar trebui să le cunoască.





# Pași urmatori

Următorul pas îl constituie dezvoltarea acestui document, în cadrul unui proiect de cercetare menit a valida în mod sistematic acest document, ca o reprezentare exactă a ceea ce consideră experții ca fiind alfabetizare în astronomie. În continuare, vom lucra la:

Dezvoltarea curriculară aliniată la aceste idei mari

Dezvoltarea de instrumente de evaluare pentru Ideile Mari

Ghiduri de materiale didactice

Materiale de dezvoltare profesională a cadrelor didactice

Politici-rapoarte

Planul strategic 2020-2030 al IAU plasează educația astronomică în centrul demersului astronomic global. IAU și-a stabilit obiectivul de a încuraja utilizarea astronomiei în educație și în procesul de predare în școală. Sperăm că acest document contribuie la acest obiectiv și oferă o primă analiză și cadrul pentru obiectivele de educație în astronomie pentru educație.



# O scurtă prezentare a câtorva dintre Marile Idei ale Astronomiei

*de Pedro Russo*

Astronomia este știința care studiază originea și evoluția Universului și a tot ceea ce cuprinde el.

Această definiție pare simplă, dar Universul este un loc vast, plin de obiecte cerești fascinante de toate mărimile, formele și vârstele și în care se produc fenomene uimitoare.

Ca parte a istoriei culturale și științifice a umanității, astronomia a revoluționat în mod repetat modul în care gândim, modul în care vedem lumea și locul nostru în marele Univers. În trecut, progresele în astronomie au fost utilizate pentru aplicații practice, cum ar fi măsurarea timpului sau navigarea pe vastele oceane. Astăzi, rezultatele dezvoltării științifice și tehnologice din astronomie, precum și din domeniile conexe au devenit esențiale în multe aspecte ale vieții noastre de zi cu zi: computere, sateliți de comunicații, sisteme de navigație, panouri solare, internet wireless și multe alte aplicații tehnologice. La fel ca orice știință, progresele în astronomie sunt urmare a acumulării cunoștințelor. Uneori, progresul liniar în timp este accelerat de neașteptate descoperiri în tehnologie și gândire, cum ar fi ideea revoluționară a perspectivei heliocentrice a Sistemului Solar și Modelul Big Bang.

Modelul Big Bang ne spune povestea evoluției Universului.

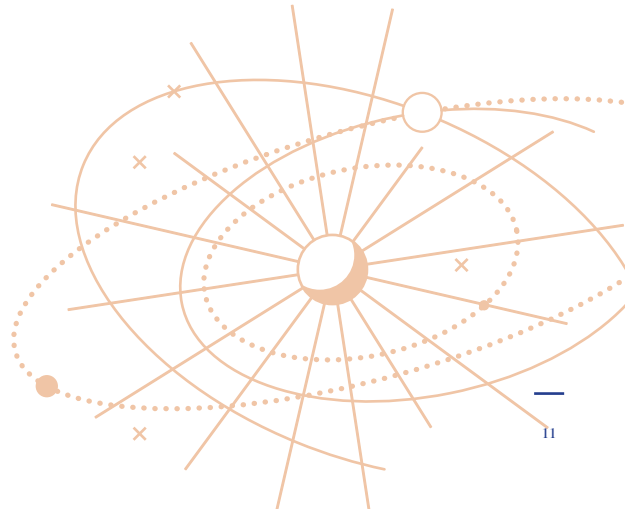
Cu aproximativ 14 miliarde de ani în urmă, „Universul” abia născut era infinit mai mic și fierbinte. O expansiune începută brusc și continuată ulterior însoțită de răcirea Universului au dus la formarea elementelor fundamentale care stau la baza particulelor atomice și subatomice, care au permis crearea galaxiilor, stelelor, planetelor și în cele din urmă a vieții. Astronomii cred, pe baza datelor colectate până acum, că expansiunea Universului este determinată în principal de o formă misterioasă de energie numită Energie Întunecată.

Dacă ne uităm la cer într-o noapte întunecată, vedem o bandă de lumină care strabate cerul de la un orizont la altul. Această bandă și toate stelele pe care le vedem pe cer fac parte din galaxia în care trăim, Galaxia Calea Lactee. Galaxiile se constituie adesea din filamente și aglomerări: grupuri de insule care înconjoară vastele mări goale ale Universului. Galaxia noastră conține sute de miliarde de stele, dintre care Soarele este doar una, la fel de anonime ca un grăunte de nisip pe o plajă. Aceste stele orbitează armonios, urmând legile naturale ale gravitației, în jurul centrului galaxiei unde există o gaură

*Publicat inițial în revista portugheză "Visão", 3 ianuarie 2012*

neagră enormă. Acest „ocean”, care este Universul, conține multe alte insule; a noastră este doar una dintre sutele de miliarde de galaxii care îl populează.

Deși este un tip de stea relativ medie, Soarele se bucură, până de curând, de un statut special pentru noi, oamenii: era singura stea despre care știam că este înconjurată de planete. Astăzi știm că există mii de stele cu planete, numite Exoplanete. Se estimează că peste 20% dintre stelele care seamănă cu Soarele nostru sunt orbitate de planete, unele similare cu Pământul. Multe dintre aceste planete sunt mici și orbitează la o distanță confortabilă de steaua lor, ceea ce permite existența apei sub formă lichidă și, prin urmare, poate și a vieții. Dar din ce este făcut Universul? Lucrurile pe care le putem vedea - planete, stele și galaxii - sunt toate făcute din atomi, dar mai există altceva, ceva vast, ciudat și misterios și nimeni nu știe ce este. Ar fi de așteptat ca stele să orbiteze în jurul centrului galaxiilor, într-un mod similar cu modul în care planetele orbitează Soarele în sistemul nostru solar. Cele mai apropiate planete de Soare se mișcă mai repede decât cele mai îndepărtate. Dar asta nu se întâmplă: stelele din galaxii orbitează mai mult sau mai puțin, toate cu aceeași viteză în jurul centrului galaxiei. Acolo trebuie să existe ceva ce nu putem vedea și care face ca stelele să orbiteze în acest fel. Astronomii numesc aceasta „Materia Întunecată”. Se estimează că ceea ce suntem capabili să vedem este doar o mică parte din tot ceea ce există în Univers. Orice altceva nu este suficient de bine înțeles și nu a fost încă observat direct! Astronomia nu se referă doar la progrese științifice sau la aplicații tehnologice: ne oferă posibilitatea de a ne lărgi orizonturile limitate, de a descoperi frumusețea și măreția Universului și locul nostru în el. Această viziune, denumită în mod obișnuit „perspectiva cosmică”, este una dintre cele mai importante contribuții ale Astronomiei pentru Umanitate.



# Privire de ansamblu asupra marilor Idei



## 1

*Astronomia este una dintre cele mai vechi științe din istoria umanității*

- 1.1 Înțelegerea cerului și a mișcărilor Soarelui și planetelor a fost una dintre primele încercări de a înțelege Universul.
- 1.2 Culturile străvechi și-au imaginat figuri formate din linii care unesc stelele pe cerul nopții
- 1.3 Astronomia a fost o sursă de inspirație și este reprezentată în arta și cultura multor civilizații
- 1.4 Astronomia a oferit informații importante despre calendare, esențiale pentru agricultura antică.
- 1.5 Astronomia a fost importantă în trecut pentru navigatori
- 1.6 Astronomia, folosind metoda științifică de investigare, este diferită de satrologie
- 1.7 Majoritatea culturilor timpurii credeau că Pământul este centrul Universului
- 1.8 Revoluția copernicană, ce a durat un secol, a condus la înlocuirea Pământului cu Soarele, ca centru acceptat al Sistemului Solar.
- 1.9 Cu peste 400 de ani în urmă, astronomii au efectuat primele observații sistematice în astronomie folosind un telescop.
- 1.10 Planeta Pământ are o formă aproximativ sferică, acest lucru fiind ilustrat secole la rând, în diferite moduri.

## 2

### *Fenomenele astronomice pot fi experimentate în viața noastră de zi cu zi*



- 2.1 Avem zi și noapte datorită rotației Pământului în jurul axei proprii
- 2.2 Exista anotimpuri pentru că axa de rotație a Pământului este înclinată față de normala la planul orbitei mișcării anuale a acestuia în jurul Soarelui.
- 2.3 Vedem diferite faze ale Lunii pe parcursul unui ciclu lunar
- 2.4 Eclipsele apar datorită alinierii speciale dintre Pământ, Soare și Lună
- 2.5 Mareele de pe Pământ sunt rezultatul atracției gravitaționale a Soarelui și a Lunii
- 2.6 Lumina provenită de la Soare este esențială pentru majoritatea formelor de viață de pe Pământ
- 2.7 Particulele de la Soare călătoresc pe Pământ și provoacă Aurora
- 2.8 Tehnologia dezvoltată în scopul cercetării astronomice face parte din viața noastră de zi cu zi.

## 3

### *Cerul nopții este bogat și dinamic.*



- 3.1 Putem observa câteva mii de stele cu ochiul liber într-o noapte senină și întunecată
- 3.2 Cerul nopții ne poate ajuta să ne orientăm pe Pământ și să navigăm
- 3.3 Axa de rotație a Pământului "oscilează" (mișcarea de precesie) de-a lungul a mii de ani
- 3.4 Doar câteva corpuri cerești sunt suficient de strălucitoare pentru a fi văzute cu ochiul liber când Soarele este deasupra orizontului
- 3.5 Obiectele cerești răsar la est și apun la vest datorită rotației Pământului
- 3.6 Stelele sclipesc din cauza atmosferei Pământului
- 3.7 Milioane de meteoriți intră zilnic în atmosfera Pământului

## 4

### *Lumina (cunoscută și sub numele de radiație electromagnetică) este principala sursă de informații pentru cercetarea astronomică*

- 4.1 Lumina (cunoscută și sub numele de radiație electromagnetică) este principala sursă de informații pentru cercetarea astronomică
- 4.2 La scară mare, gravitația este interacțiunea dominantă în Univers
- 4.3 Undele gravitaționale și particulele subatomice oferă noi modalități de a studia Universul
- 4.4 Astronomia folosește datele obținute din observații și simulări pentru a modela fenomenele astronomice în cadrul teoriilor actuale
- 4.5 Cercetarea astronomică combină cunoștințe din diferite domenii, cum ar fi fizica, matematica, chimia, geologia și biologia
- 4.6 Astronomia este împărțită în mai multe specialități
- 4.7 Scalele pentru măsurarea timpului și distanței în astronomie sunt mult mai mari decât cele pe care le folosim în viața noastră de zi cu zi
- 4.8 Spectroscopia este o tehnică importantă care ne permite să sondăm Universul de la distanță

## 5

### *Astronomia beneficiază și stimulează dezvoltarea tehnologiei*

- 5.1 Telescoapele și detectoarele sunt cruciale în studiul Astronomiei
- 5.2 Unele telescoape pot fi conectate între ele pentru a acționa ca un singur mare telescop
- 5.3 Observatoarele astronomice sunt situate pe Pământ și în Spațiu
- 5.4 Observatoarele astronomice de pe Pământ sunt adesea situate în regiuni izolate, răspândite pe tot globul
- 5.5 Astronomia de astăzi face parte din „Big Science” și „Big Data”
- 5.6 Simulările complexe și volumul uriaș de date din astronomie necesită dezvoltarea unor supercalculatoare puternice
- 5.7 Astronomia este o știință globală, cu echipe internaționale și în care datele și materialele editate sunt partajate în mod liber
- 5.8 Numeroase nave spațiale au fost lansate în spațiu pentru a studia Sistemul Solar

## 6

### *Cosmologia este știința explorării Universului ca întreg*

- 6.1 Universul are peste 13 miliarde de ani.
- 6.2 La scală mare, Universul este omogen și izotrop
- 6.3 Întotdeauna observăm trecutul.
- 6.4 Putem observa direct doar o fracțiune din totalul Universului
- 6.5 Universul este compus în principal din energie întunecată și materie întunecată.
- 6.6 Universul se extinde într-un ritm accelerat.
- 6.7 Expansiunea Universului determină lumina galaxiilor îndepărtate să se deplaseze spre roșu
- 6.8 Legile naturale (de exemplu, gravitația) pe care le studiem pe Pământ par să funcționeze în același mod peste tot în Univers
- 6.9 Structura pe scară largă a Universului este compusă din filamente, pereți și goluri cosmice
- 6.10 Radiația cosmică de fond ne permite să explorăm Universul timpuriu
- 6.11 Evoluția Universului poate fi explicată prin modelul Big Bang

## 7

### *Trăim cu toții pe o planetă mică în Sistemul Solar*

- 7.1 Sistemul Solar s-a format acum aproximativ 4,6 miliarde de ani
- 7.2 Sistemul Solar este alcătuit din Soare, planete, planete pitice, sateliți planetari, comete, asteroizi și meteoroidi.
- 7.3 Există opt planete în Sistemul Solar
- 7.4 Există mai multe planete pitice în Sistemul Solar
- 7.5 Planetele sunt împărțite în planete terestre (stâncoase) și giganți gazoși
- 7.6 Unele planete au zeci de sateliți naturali
- 7.7 Pământul este a treia planetă care orbitează în jurul Soarelui și are un satelit natural, Luna
- 7.8 Există milioane de asteroizi, care sunt rămășițe de la formarea timpurie a Sistemului nostru Solar
- 7.9 O cometă este un obiect de gheață care „capătă” o coadă atunci când este încălzită de Soare
- 7.10 Limita Sistemului Solar se numește Heliopauză



## *Cu toții suntem făcuți din praf de stele*

- 8.1 O stea este un corp cu lumină proprie, care își generează energia prin reacții nucleare interne
- 8.2 Stelele se formează din nori masivi de praf și gaz
- 8.3 Cea mai apropiată stea de Pământ este Soarele
- 8.4 Soarele este o stea dinamică
- 8.5 Culoarea unei stele ne spune temperatura suprafeței acesteia
- 8.6 Spațiul dintre stele poate fi în mare parte gol sau poate conține nori de gaz, care pot produce noi stele
- 8.7 O stea trece printr-un ciclu de viață care este în mare măsură determinat de masa sa inițială
- 8.8 Stelele masive își pot încheia ciclul de viață sub forma unor găuri negre stelare
- 8.9 Stele noi și sistemele lor planetare se nasc din materia lăsată în urmă de stelele anterioare din acea regiune
- 8.10 Corpul uman este format din atomi care pot fi urme ale stelelor anterioare



## *Există sute de miliarde de galaxii în Univers.*

- 9.1 O galaxie este un sistem mare format din stele, praf și gaze
- 9.2 Galaxiile par să conțină cantități mari de materie întunecată
- 9.3 Formarea galaxiei este un proces evolutiv
- 9.4 Există trei tipuri principale de galaxii: spirale, eliptice și neregulate
- 9.5 Trăim într-o galaxie de tip spirală, numită Calea Lactee
- 9.6 Brațele spirale ale galaxiilor sunt create de aglomerările de gaz și praf
- 9.7 Majoritatea galaxiilor au o gaură neagră supermasivă în centru
- 9.8 Galaxiile pot fi extrem de îndepărtate unele de altele
- 9.9 Galaxiile formează roiuri.
- 9.10 Galaxiile interacționează între ele prin intermediul gravitației



# 10

## *S-ar putea să nu fim singuri în Univers*

- 10.1 Molecule organice au fost detectate în afara Pământului.
- 10.2 S-a descoperit că organismele vii supraviețuiesc în medii extreme de pe Pământ
- 10.3 Potențiale urme de apă în stare lichidă deschid posibilitatea vieții primitive pe Marte
- 10.4 Unii sateliți naturali din Sistemul Solar par să aibă condițiile pentru ca viața să existe
- 10.5 Există numeroase planete numite exoplanete, care orbitează în jurul altor stele, altele decât Soarele
- 10.6 Exoplanetele pot fi foarte diverse și se găsesc adesea în sisteme
- 10.7 Acum suntem aproape de detectarea unei planete asemănătoare Pământului
- 10.8 Oamenii de știință caută dovezi pentru inteligența extraterestră

# 11

## *Trebuie să protejăm Pământul, singura noastră casă din Univers*

- 11.1 Poluarea luminoasă afectează oamenii, multe alte animale și plantele
- 11.2 Există o mulțime de resturi create de om care orbitează în jurul Pământului
- 11.3 Noi monitorizăm obiecte spațiale potențial periculoase
- 11.4 Oamenii au un impact semnificativ asupra mediului înconjurător al Pământului
- 11.5 Clima și atmosfera sunt puternic afectate de activitatea umană
- 11.6 O perspectivă globală este necesară pentru a ne conserva planeta
- 11.7 Astronomia ne oferă o perspectivă cosmologică unică care consolidează unitatea noastră ca cetățeni ai Pământului

1

*Astronomia este una dintre cele mai vechi științe din istoria umanității*



---

*În picturile rupestre preistorice din peștera din Lascaux se poate observa o grupare de puncte deasupra spatelui zimbriului. Acestea seamănă cu asterismul Pleiade.  
Credit: Ministerul Culturii/  
Centrul Național de la Preistorie/Norbert Aujoula*



## 1.1 **Înțelegerea cerului și a mișcărilor Soarelui și planetelor a fost una dintre primele încercări de a înțelege Universul.**

Primele dovezi ale observațiilor astronomice provin din desene și artefacte create de oameni preistorici, ilustrând ceea ce au văzut pe cer. În culturile antice, astronomia era legată de credințele religioase și mitologice. Fenomenele astronomice au fost folosite pentru a măsura timpul și pentru a crea calendare, permițând unor astfel de civilizații să planifice evenimente zilnice și sezoniere.

## 1.2 **Culturile străvechi și-au imaginat figuri formate din linii care unesc stelele pe cerul nopții**

Aceste figuri de pe cerul nopții formate prin unirea stelelor folosind linii imaginare se numesc constelații. Cele mai vechi constelații au fost conturate de civilizațiile timpurii. Aceste grupuri de stele observabile au fost adesea asociate cu povești populare și mitologice provenite din culturi precum greacă, mayașă și chineză. În astronomia modernă, constelațiile sunt zone bine definite pe cer, care reunesc atât constelațiile antice, cât și cele definite în secolele XV, XVI și XVII. De asemenea, unele culturi, cum ar fi cele ale indigenilor australieni și indigenilor din America de Sud, au identificat modele, folosind siluetele întunecate din banda luminoasă a Căii Lactee.

## 1.3 **Astronomia a fost o sursă de inspirație și este reprezentată în arta și cultura multor civilizații**

De-a lungul secolelor, artiștii, poeții, scriitorii și mulți gânditori creativi au folosit cerul nopții fie ca inspirație și/sau ca subiecte în lucrările lor. Temele astronomice pot fi văzute reprezentate, de exemplu, în tablouri, sculpturi, muzică, filme și literatură. Aceste lucrări au folosit figurile observabile noaptea, pentru a comunica direct sau indirect esența, frumusețea și misterul cerului nopții. Universalitatea artei și legătura ei intimă cu cultura poate fi astfel un motiv puternic de a-i face pe oameni să aprecieze nu numai frumusețea înăscută a obiectelor și fenomenelor cerești, ci și cunoștințele pe care le-am dobândit despre ele. Acest lucru crește interesul la nivel mondial pentru astronomie și promovează o înțelegere interculturală definită de noțiunea de a fi sub un singur cer.

## 1.4 **Astronomia a oferit informații importante despre calendare, esențiale pentru agricultura antică.**

În multe culturi antice, evoluția astronomiei a contribuit la creșterea preciziei calendarelor agricole. De exemplu, egiptenii au dezvoltat un calendar bazat pe observațiile lor asupra stelei Sirius, folosindu-l pentru a determina inundația anuală a fluviului Nil.

## 1.5 **Astronomia a fost importantă în trecut pentru navigatori**

Multe civilizații au folosit poziția stelelor și a altor obiecte cerești pentru a se deplasa pe uscat, sau pentru a naviga pe mări și oceane. Navigația cerească este predată și în zilele noastre.

## 1.6

### **Astronomia, folosind metoda științifică de investigare, este diferită de satrologie**

Până în vremurile premoderne, distincția dintre astronomie și astrologie era vagă. Astăzi, astronomia și astrologia se disting clar una de cealaltă. Astronomia este o știință și astrologia nu. Astrologia folosește pozițiile obiectelor cerești pentru a prezice evenimente viitoare. Cu toate acestea, studii ample despre astrologie și predicțiile sale arată că astrologia nu este exactă în predicțiile sale și nu are nicio bază științifică.

## 1.7

### **Majoritatea culturilor timpurii credeau că Pământul este centrul Universului**

Majoritatea culturilor timpurii, cu excepții notabile ale unora dintre astronomii greci care au trait în jurul anului 300 î.Hr., credeau că Pământul este centrul Universului. Această viziune geocentrică a durat peste două milenii în culturile europene și asiatice până la așa-numita revoluție copernicană din secolul al XVI-lea. Astronomii moderni au descoperit că Universul pare să nu aibă un centru specific în spațiu.

## 1.8

### **Revoluția copernicană, ce a durat un secol, a condus la înlocuirea Pământului cu Soarele, ca centru acceptat al Sistemului Solar.**

În secolul al XVI-lea, Copernic a susținut cu argumente teoria heliocentrică în care Soarele era centrul Universului și Pământul se mișca în jurul lui. Deși acum știm că Soarele nu este centrul Universului, acesta este centrul Sistemului Solar și teoria Heliocentrismului Copernican a fost revoluționară la acea vreme, contribuind la dezvoltarea Astronomiei moderne.

## 1.9

### **Cu peste 400 de ani în urmă, astronomii au efectuat primele observații sistematice în astronomie folosind un telescop.**

Deși nu a inventat telescopul, Galileo a fost primul care l-a folosit în scopuri științifice. Îmbunătățirile sale aduse telescopului refractor l-au condus la descoperiri precum fazele lui Venus și patru dintre cele mai mari sateliți ale lui Jupiter, care sunt încă denumite Luni galileene. Descoperirile sale au oferit dovezi convingătoare care susțin viziunea heliocentrică asupra Universului.

## 1.10

### **Planeta Pământ are o formă aproximativ sferică, acest lucru fiind ilustrat secole la rând, în diferite moduri.**

Unele culturi timpurii din multe zone ale lumii au descris Pământul ca un plan sau un disc plat, ca parte a descrierii lor despre Univers. Ideea că Pământul este o sferă există de câteva milenii și a reprezentat o parte semnificativă a viziunilor despre lume ale multor culturi, devenind paradigma dominantă în urmă cu mai bine de 1000 de ani. Există numeroase modalități empirice de a testa faptul că Pământul are o formă aproximativ sferică (din punct de vedere tehnic este denumit un sferoid aplatizat/turtit). Una dintre cele mai vechi metode matematice a fost a lui Eratostene, care a măsurat circumferința Pământului analizând lungimile umbrelor proiectate de bastoane în diferite locații din Egiptul antic (secolul al III-lea î.Hr.).

2

*Fenomenele astronomice pot fi  
experimentate în viața noastră de  
zi cu zi*

---

*Uimitorul spectacol de lumini  
pe cerul nopții – Aurora  
Boreală (Aurora Nordului), în  
regiune sălbatică Alaska.  
Credit: Jean Beaufort (Imagini  
din domeniul public)*



## 2.1 **Avem zi și noapte datorită rotației Pământului în jurul axei proprii**

Pe partea Pământului îndreptată spre Soare este zi, în timp ce pe partea opusă este noapte. Intervalul de timp în care Pământul se rotește în jurul axei sale, astfel încât Soarele să revină în aceeași poziție pe cer, definește durata zilei (zi solară), care în medie este de 24 de ore.

## 2.2 **Există anotimpuri pentru că axa de rotație a Pământului este înclinată față de normala la planul orbitei mișcării anuale a acestuia în jurul Soarelui.**

Axa de rotație a Pământului este înclinată cu 23,4 grade față de linia perpendiculară pe planul orbitei mișcării sale în jurul Soarelui. Din această cauză, pe anumite porțiuni ale orbitei Pământului în jurul Soarelui, emisfera nordică sau emisfera sudică este înclinată către Soare, iar cealaltă emisferă este înclinată departe de Soare. Pe prima emisferă este vară, deoarece lumina soarelui cade mai aproape de perpendiculara pe suprafața sa, și zilele sunt mai lungi pentru că Soarele „urcă” mai sus pe cer. În același timp, pe emisfera înclinată departe de Soare este iarnă, deoarece lumina soarelui cade înclinat față de suprafața Pământului sub un unghi mare față de normala la suprafața sa, lumina împrăștiindu-se pe o zonă mai mare. Astfel ziua este mai scurtă, Soarele „urcând” în același interval de timp la o altitudine mai mică pe cer.

## 2.3 **Vedem diferite faze ale Lunii pe parcursul unui ciclu lunar**

Pe măsură ce Luna orbitează în jurul Pământului, poziția sa relativă față de Soare și Pământ se schimbă. Regiunea de pe suprafața Lunii care este luminată de Soare se modifică, producând diferitele faze pe care le vedem de pe Pământ - Luna Nouă, Semiluna în creștere, Luna Plină și Semiluna în descreștere, care durează 29,53 zile de la o Luna Plină la alta. În timp ce fazele Lunii sunt (mai mult sau mai puțin) aceleași pentru orice observator de pe Pământ, orientarea Lunii va varia, în funcție de emisfera observatorului. De exemplu, unii observatori ar putea vedea semiluna Lunii deschisă la stânga, în timp ce alții, observând aceeași fază, dar dintr-o locație diferită, ar putea vedea semiluna deschisă la dreapta.

## 2.4 **Eclipsele apar datorită alinierii speciale dintre Pământ, Soare și Lună**

Ocazional, atunci când Luna se poziționează exact între Pământ și Soare, blochează lumina de la Soare și aruncă o umbră pe Pământ, creând o eclipsă de Soare. Uneori, Pământul se poate afla exact între Soare și Lună. În acest caz, Pământul aruncă o umbră pe Lună, acoperindu-i suprafața și creând o eclipsă de Lună. Eclipsele pot fi parțiale, atunci când doar o fracțiune din obiect este eclipsată, sau totale, când întregul obiect este eclipsat. O eclipsă de Lună are loc doar la Lună Plină și, în consecință, poate fi observată doar noaptea. În orice locație de pe Pământ, este mai probabil să vedeți o eclipsă de Lună decât o eclipsă de Soare. De asemenea, eclipsele de Lună durează mai mult timp decât eclipsele de Soare.



## 2.5 Marcele de pe Pământ sunt rezultatul atracției gravitaționale a Soarelui și a Lunii

Soarele și, într-o măsură mai mare, Luna provoacă marea pe Pământ. Pământul, în special oceanele sale, se bombează puțin atât pe partea cea mai apropiată de Lună și Soare, cât și în cealaltă parte. Pe măsură ce Pământul se rotește, aceste "umflături" ajung la țărâm, determinând creșterea nivelului apei. Când Soarele, Pământul și Luna sunt în linie dreaptă (la Luna Plină și la Luna Nouă), marcele sunt mai mari („maree de primăvară”). În schimb, atunci când Soarele și Luna sunt în unghi drept unul față de celălalt în raport cu Pământul (Luna la Primul și al Treilea Pătrar), marcele sunt mai mici ("maree joase").

## 2.6 Lumina provenită de la Soare este esențială pentru majoritatea formelor de viață de pe Pământ

Soarele este sursa primară de energie folosită de formele de viață de pe Pământ. De exemplu, plantele realizează fotosinteza folosind lumina Soarelui, permițându-le creșterea și, în consecință, producerea de oxigen molecular. Acel oxigen este folosit de animale pentru respirație. Se crede că devastarea mediului înconjurător, atunci când un asteroid s-a ciocnit cu Pământul, a fost cauza dispariției dinozaurilor și a majorității speciilor de pe Pământ. Explozia rezultată a transportat cantități mari de praf în atmosferă, blocând lumina Soarelui și provocând un efect de iarnă îndelungată. Lumina Soarelui ne afectează, de asemenea, și sănătatea fizică și psihică. Când este expusă la lumina Soarelui, pielea noastră produce vitamina D, care joacă un rol important în procesele biochimice ale corpului nostru. Unele studii arată o legătură între depresia umană și lipsa expunerii la lumina Soarelui.

## 2.7 Particulele de la Soare călătoresc pe Pământ și provoacă Aurora

În timpul unei erupții solare, particulele încărcate (în primul rând, electronii și protonii) emise de Soare parcurg distanța de 150 de milioane de kilometri până la Pământ. Sunt captate de câmpul magnetic al Pământului, mișcându-se în jurul liniilor de câmp și îndreptându-se către polii magnetici terestri interacționează cu particulele din atmosferă. Cele mai rapide dintre aceste particule pot călători de la Soare la Pământ în aproximativ o jumătate de oră; pentru cele mai lente călătoria durează aproximativ cinci zile. Ocazional, aceste furtuni de particule perturbă câmpul magnetic al Pământului, provocând daune sateliților și rețelelor electrice. Adesea, particulele solare interacționează cu oxigenul și azotul din atmosfera Pământului. Această interacțiune dă naștere Aurorelor – minunate spectacole de lumină pe cerul nopții, în jurul polilor magnetici din emisferele nordice (Aurora Borealis) și sudică (Aurora Australis).

## 2.8 Tehnologia dezvoltată în scopul cercetării astronomice face parte din viața noastră de zi cu zi.

Instrumentele și metodele analitice folosite pentru studierea datelor astronomice au fost aplicate în domeniul industriei, științelor medicale și tehnologiei pe care le folosim zilnic. Detectoarele dezvoltate inițial pentru cercetarea astronomică sunt acum folosite și în camerele digitale, precum cele din telefoanele noastre mobile. Sticla specială dezvoltată pentru telescoape astronomice este utilizată la fabricarea ecranelor LCD și a cipurilor de computer, precum și la plitele ceramice. Transferul de cunoștințe între astronomie și medicină a contribuit, printre altele, la dezvoltarea imagisticii prin rezonanță magnetică (IRM) și a tomografiei computerizate (scanere CAT).

3

*Cerul nopții este bogat și dinamic.*

*Trajectoriile stelelor rezultate  
ca urmare a rotației  
Pământului sunt văzute  
în această fotografie cu  
expunere lungă, făcută pe  
platoul Chajnantor din Anzii  
Chilieni.  
Credit: S. Otavola/ESO  
(Observatorul European Sudic)*



X

X

X

## 3.1 Putem observa câteva mii de stele cu ochiul liber într-o noapte senină și întunecată

Când privim spre cerul nopții, departe fiind de poluarea luminoasă a orașelor și în timpul fazei de Lună Nouă, sau când Luna nu este pe cer, putem vedea aproximativ 4000 de stele cu ochiul liber. Toate stelele pe care le vedem cu ochiul liber aparțin galaxiei noastre. Deși există miliarde de stele în alte galaxii și trilioane de galaxii în Universul observabil, acele stele sunt prea departe și, prin urmare, mult prea slabe pentru ca ochii noștri să le distingă ca puncte individuale de lumină. În funcție de locația noastră pe Pământ și de momentul observațiilor, sunt vizibile și cu ochiul liber, cele mai luminoase cinci planete ale Sistemului nostru Solar, banda Calei Lactee, două galaxii satelit ale Căii Lactee (Norii Mari și Mici ai lui Magellan) și Galaxia Andromeda (o mare galaxie spirală)

## 3.2 Cerul nopții ne poate ajuta să ne orientăm pe Pământ și să navigăm

Privind spre cerul nopții, acesta ne permite să găsim coordonatele cardinale. În emisfera nordică, cel mai simplu mod de a găsi nordul este să cauți steaua Polară, cunoscută și sub numele de Steaua Nordului, care este foarte aproape de Polul Nord ceresc. Cel mai simplu mod de a găsi steaua Polară este prin intermediul constelațiilor Ursa Mare și Ursa Mică. În emisfera sudică, steaua Sigma Octantis, care este cea mai apropiată stea de Polul Sud ceresc, nu este ușor vizibilă. Cu toate acestea, o metodă rapidă de a găsi Sudul este să folosim constelația Crucea Sudului și cele mai strălucitoare două stele din constelația Centaurus.

## 3.3 Axa de rotație a Pământului "oscilează" (mișcarea de precesie) de-a lungul a mii de ani

Pe măsură ce Pământul se rotește în jurul axei sale, se mișcă ca un titirez. Direcția axei sale de rotație se schimbă într-o precesie lentă, cu o perioadă de aproximativ 26.000 de ani. Această mișcare face ca axa Pământului să se îndrepte în timp în direcții diferite și, în consecință, poliile cerești Nord și Sud își schimbă încet poziția în timp. De exemplu, Polaris va înceta în cele din urmă să indice direcția de nord, deși o altă stea ar putea, în funcție de direcția axei Pământului la momentul respectiv. Deși în prezent nu există nicio stea strălucitoare în apropierea polului sud ceresc, în viitor vom avea o „Stea a Sudului” adecvată!

## 3.4 Doar câteva corpuri cerești sunt suficient de strălucitoare pentru a fi văzute cu ochiul liber când Soarele este deasupra orizontului

Majoritatea obiectelor de pe cerul nopții sunt prea slabe pentru a fi observate pe cerul strălucitor, luminat de soare. Un efect similar se întâmplă noaptea în orașe, unde, din cauza poluării luminoase, putem vedea doar o mică parte din stele, din cauza strălucirii cerului prin iluminarea artificială. Doar câteva corpuri cerești sunt suficient de strălucitoare pentru a fi văzute cu ochiul liber atunci când Soarele se află deasupra orizontului. În funcție de faza sa, este posibil să vezi Luna în timpul zilei. La anumite ore, Venus poate fi observată dimineața („Lucașăruș de dimineță”), seara („Lucașăruș de seară”), iar dacă știi unde să privești, Venus este vizibilă și pe cerul amiezii. Foarte rar, o cometă deosebit de strălucitoare poate fi vizibilă în timpul zilei.

## 3.5 Obiectele cerești răsar la est și apun la vest datorită rotației Pământului

Datorită rotației Pământului în jurul axei sale de la vest la est, un observator terestru vede toată bolta cerească mișcându-se în direcția opusă, de la est la vest, aparent rotindu-se în jurul planetei noastre. Această mișcare aparentă a cerului în jurul Pământului se numește mișcare diurnă. Acesta este motivul pentru care vedem corpuri cerești răsărind deasupra jumătății de est a orizontului și care apun sub jumătatea vestică.

## 3.6 Stelele sclipească din cauza atmosferei Pământului

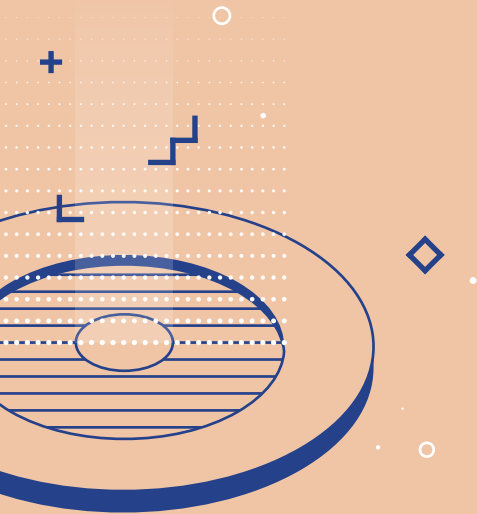
Pe măsură ce lumina unei stele intră în atmosfera noastră și traversează diferitele ei straturi, își schimbă constant direcția datorită refracției pe straturi cu temperatură și densitate diferite. În consecință, intensitatea luminii unei stele și direcția din care vine spre Pământ, se schimbă constant. Din acest motiv, pentru un observator terestru, stelele par să sclipească. Pentru planete, efectul este mult mai puțin evident (sau perceptibil). Motivul este că planetele pot fi de fapt văzute ca niște mici discuri (ușor vizibile cu ajutorul binoculului, de exemplu). Stelele, pe de altă parte, ne apar ca puncte minuscule de lumină și, deoarece toată lumina provine dintr-un singur punct, este foarte sensibilă la modificări datorate refracției.

## 3.7 Milioane de meteoriți intră zilnic în atmosfera Pământului

Un meteoroid este o bucată mică de rocă sau metal care variază de la dimensiunea unui grăunte de nisip până la un metru. Când intră în atmosfera Pământului, se aprinde prin frecare cu particulele de aer, creând o dâră de lumină pe cerul nopții. Acest fenomen se numește meteor (sau stea căzătoare). Când un meteoroid supraviețuiește trecerii prin atmosfera Pământului și aterizează la suprafață, se numește meteorit. Deși milioane de meteori apar zilnic în atmosfera Pământului, majoritatea meteoroidelor din care provin ard (transformându-se în gaz și praf) înainte de a ajunge la sol.

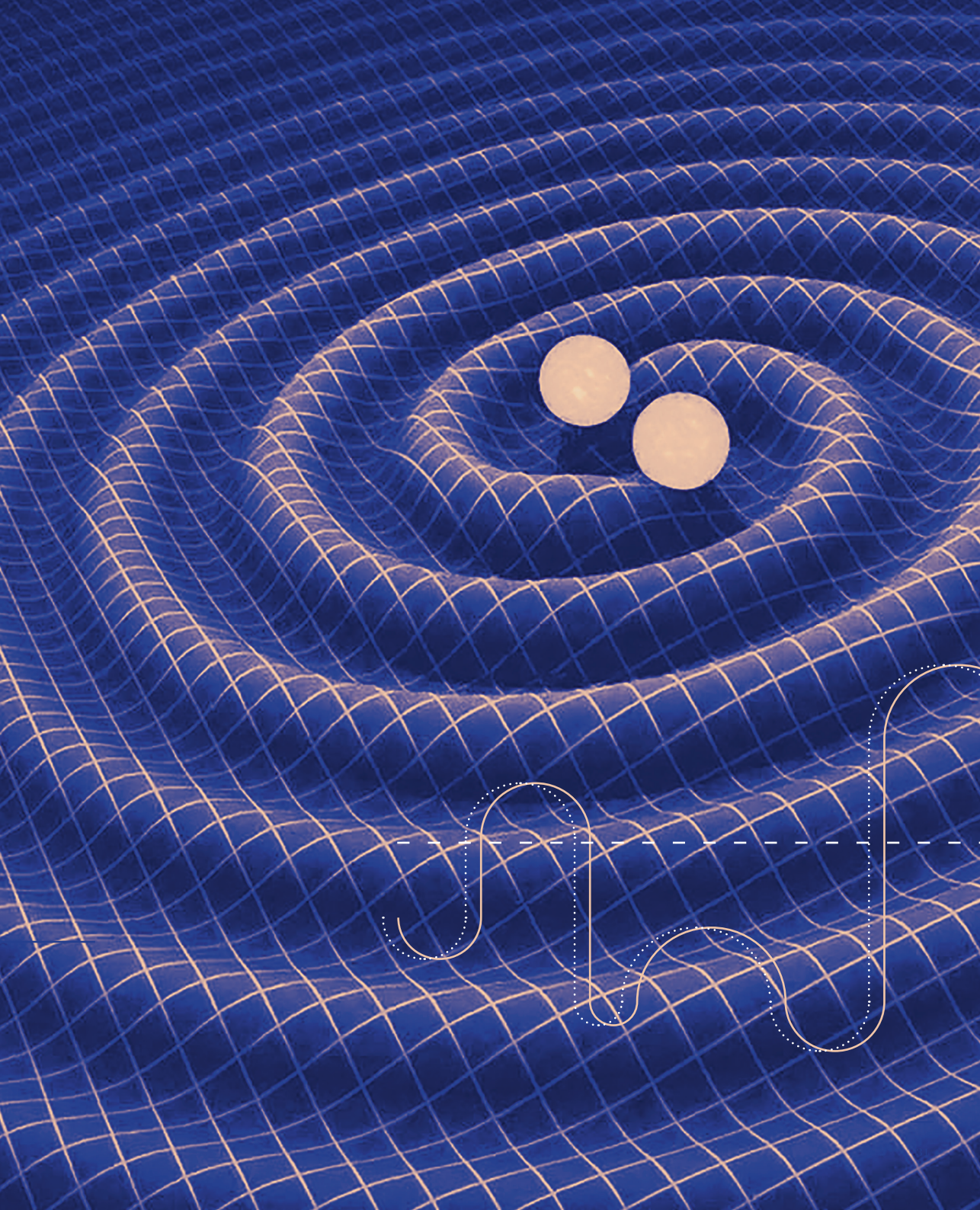


*Astronomia este o știință care studiază  
obiectele și fenomenele cerești din Univers*



---

*Reprezentarea artistică  
a undelor gravitaționale  
generate de stelele neutronice  
binare, care se îndreaptă una  
spre cealaltă înainte de a se  
uni  
Credit: R. Hurt/Caltech-JPL*



## 4.1

### Lumina (cunoscută și sub numele de radiație electromagnetică) este principala sursă de informații pentru cercetarea astronomică

Deoarece majoritatea obiectelor cerești sunt prea îndepărtate pentru a călători spre ele, trebuie să ne bazăm pe radiația electromagnetică (lumina) emisă de aceste obiecte pentru a le studia. Diferitele lungimi de undă ale spectrului electromagnetic oferă informații despre diferitele mecanisme de producere a fenomenelor astronomice și despre natura obiectelor cerești. În astronomia modernă, studiul Universului se desfășoară în principal folosind întregul spectru electromagnetic: radio, microunde, infraroșu, vizibil, ultraviolete, raze X și raze gama. Deși, în limbajul comun, lumina se referă doar la lumina vizibilă, în astronomie lumina se poate referi la tot spectrul electromagnetic.

## 4.2

### La scară mare, gravitația este interacțiunea dominantă în Univers

În medie, obiectele astronomice nu poartă sarcină electrică netă. Modul dominant în care astfel de obiecte interacționează pe distanțe lungi este efectul gravitației. Gravitația este cea care face ca planetele să orbiteze în jurul Soarelui, stelele în jurul centrelor galaxiilor și menține împreună plasma fierbinte a stelelor în formă sferică. Majoritatea fenomenelor astronomice pot fi descrise folosind legea atracției gravitaționale a lui Newton, dar în cele mai extreme situații este necesară teoria generală a relativității a lui Einstein, pentru a oferi o descriere precisă.

## 4.3

### Undele gravitaționale și particulele subatomice oferă noi modalități de a studia Universul

Existența undelor gravitaționale – unde/pulsații în spațiu-timp – a fost prezisă de teoria generală a relativității la începutul secolului al XX-lea. Prima lor detectare directă confirmată a fost realizată în 2015, iar oamenii de știință le pot folosi acum ca o nouă fereastră pentru a studia Universul. Undele gravitaționale sunt generate de interacțiuni gravitaționale puternice, cum ar fi fuziunea a două găuri negre masive sau stele neutronice. De asemenea, astronomii detectează diferite tipuri de particule subatomice, cum ar fi neutrinii, electronii sau protonii, pentru a studia interiorul Soarelui nostru și a învăța despre unele dintre cele mai energetice procese din Cosmos.

## 4.4

### Astronomia folosește datele obținute din observații și simulări pentru a modela fenomenele astronomice în cadrul teoriilor actuale

Astronomii creează modele matematice ale obiectelor astronomice, pentru fenomenele asociate acestora și pentru evoluția lor. Cadrul acestor modele este dat de teoriile fundamentale din fizică și chimie. Unele modele constau în relații matematice elementare, modelele mai complexe fac uz de simulări numerice. Cele mai sofisticate simulări rulează pe unele dintre cele mai mari supercalculatoare din lume. Datele observaționale de la telescoape și detectoare sunt folosite pentru a testa și a perfecționa modelele. Interacțiunea dintre dovezile observaționale și modele este un aspect important al descoperirii.



## 4.5

### Cercetarea astronomică combină cunoștințe din diferite domenii, cum ar fi fizica, matematica, chimia, geologia și biologia

Cercetarea astronomică profesională combină cunoștințe din matematică, fizică, chimie, inginerie, informatică, precum și din alte domenii. Această perspectivă largă s-a dovedit esențială pentru detectarea și modelarea naturii obiectelor și fenomenelor astronomice. De exemplu, pentru a înțelege reacțiile nucleare care au loc în interiorul stelelor, oamenii de știință au nevoie de fizica nucleară; pentru a detecta elementele produse în atmosfera stelelor este nevoie de chimie. Ingineria este esențială pentru fabricarea telescoapelor și detectoarelor, iar dezvoltarea de software personalizat este crucială pentru analiza datelor furnizate de aceste instrumente.

## 4.6

### Astronomia este împărțită în mai multe specialități

Deoarece o bună descriere a obiectelor și fenomenelor astronomice necesită o bună cunoaștere a altor domenii științifice, astronomia modernă este de obicei împărțită în specialități, în funcție de principalele subiecte abordate. Unele dintre aceste specialități includ: astrobiologia, cosmologia, astronomia observațională, astrochimia și știința planetară. De asemenea, astronomii pot alege o specialitate pentru studiul unui anumit tip de obiect, cum ar fi stelele pitice albe. Având în vedere rolul important pe care îl joacă fizica în astronomie, termenii „astrofizică” și „astronomie” sunt folosiți în mod interschimbabil.

## 4.7

### Scalele pentru măsurarea timpului și distanței în astronomie sunt mult mai mari decât cele pe care le folosim în viața noastră de zi cu zi

Luna este cel mai apropiat obiect ceresc de Pământ, la o distanță de aproximativ 384.400 de kilometri. Soarele nostru are un diametru de 1,39 milioane de kilometri, o masă de aproximativ 1989 de mii de trilioane de kilograme și este cea mai apropiată stea de Pământ la o distanță de aproximativ 150 de milioane de kilometri (care definește Unitatea Astronomică, au). Steaua cea mai apropiată de Soare este Proxima Centauri, care se află la aproximativ 4,25 ani lumină distanță. Un an-lumină este distanța pe care o parcurge lumina (în vid) într-un an, care este puțin peste 9 trilioane de kilometri. Galaxia noastră are un diametru de 100.000 -120.000 de ani-lumină, iar alte galaxii se pot afla la miliarde de ani-lumină. Unitățile din astronomie sunt mult mai mari decât ne-am putea imagina. Scalele astronomice de timp sunt vaste iar vârstele de milioane sau miliarde de ani sunt specifice.

## 4.8

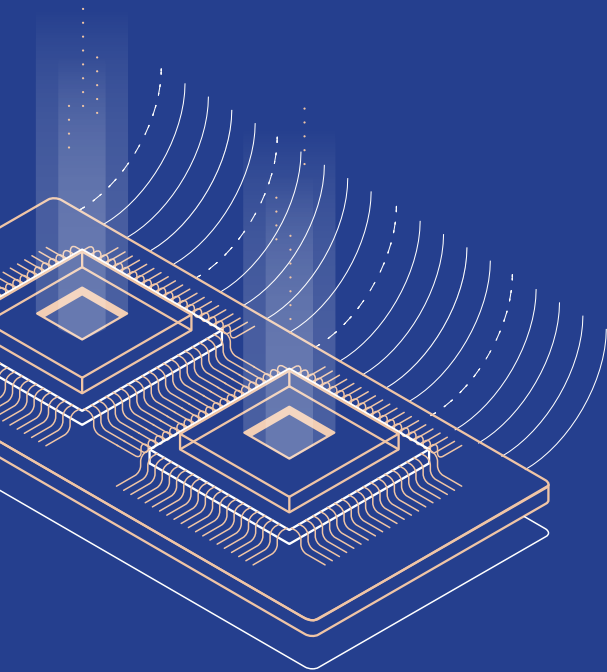
### Spectroscopia este o tehnică importantă care ne permite să sondăm Universul de la distanță

Câteva caracteristici ale obiectelor astronomice pot fi dezvăluite doar prin studierea spectrului lor - precum un curcubeu, descompunerea luminii lor în nenumărate culori diferite, fiecare caracterizată de o lungimea de undă. Analizând lumina colectată de la aceste obiecte, astronomii pot determina, printre alte caracteristici, detaliile precum compoziția lor primară, temperatura, presiunea, câmpul magnetic.



5

*Astronomia beneficiază și  
stimulează dezvoltarea tehnologiei*



---

*Două dintre cele patru  
telescoape de clasa 8m care  
formează Very Large Telescope  
(VLT), situate la înălțime în  
Anzii chilieni  
Credit: ESO/P. Horálek*



## 5.1 Telescoapele și detectoarele sunt cruciale în studiul Astronomiei

Deoarece undele electromagnetice sunt principala sursă de informații în astronomie, telescoapele și detectoarele joacă un rol important atunci când vine vorba de colectarea și analizarea acestor unde. Telescoapele mai mari colectează mai multă lumină, permițând astronomilor să identifice și să analizeze obiecte greu observabile. De asemenea, telescoapele mai mari au o putere de rezoluție mai mare, permițând astronomilor să studieze detalii fine ale obiectelor țintă. În timp ce observațiile astronomice timpurii au fost efectuate privind direct printr-un telescop, detectoarele de astăzi le permit astronomilor să-și documenteze observațiile în mod obiectiv, la diferite lungimi de undă.

## 5.2 Unele telescoape pot fi conectate între ele pentru a acționa ca un singur mare telescop

Prin conectarea mai multor telescoape, astronomii le pot face să funcționeze ca un singur mare telescop, folosind o tehnică numită interferometrie. Rezoluția instrumentelor combinate va fi aceea a unui singur telescop cu un diametru egal cu cea mai mare distanță dintre oricare două telescoape mai mici conectate. Acest lucru permite astronomilor să vadă detalii mai mici și mai fine la obiectele astronomice, precum și să distingă obiecte separate, cum ar fi o stea și sistemul său planetar.

## 5.3 Observatoarele astronomice sunt situate pe Pământ și în Spațiu

Atmosfera Pământului absoarbe radiația din cea mai mare parte a spectrului electromagnetic. Este transparentă pentru radiația vizibilă, pentru câteva radiații din domeniul ultraviolet, infraroșu și pentru undele radio scurte, dar în rest, în mare parte, este opacă. Cele mai multe radiații din domeniul ultraviolet și o mare parte din radiația infraroșie, precum și razele X, nu pot pătrunde în atmosferă. Din acest motiv, majoritatea telescoapelor care colectează acest tip de radiații trebuie plasate în spațiu. Deși lumina vizibilă poate fi observată de la suprafață, turbulența atmosferei Pământului afectează calitatea imaginilor, așa că unele telescoape optice sunt plasate și în spațiu.

## 5.4 Observatoarele astronomice de pe Pământ sunt adesea situate în regiuni izolate, răspândite pe tot globul

Puține locații de pe Pământ oferă condițiile de observații ideale, asociate cu altitudini mari, absența poluării luminoase și transparența atmosferei pentru anumite lungimi de undă ale radiațiilor. Aceste locații pot fi adesea ostile, greu accesibile și sunt de obicei departe de marile așezările umane. Pentru realizarea observațiilor, astronomii fie călătoresc în acele locații, fie permit operatorilor de telescop locali experimentați să le efectueze pentru ei, fie folosesc telescoape robotizate, care sunt operate de la distanță.

## 5.5

### Astronomia de astăzi face parte din „Big Science” și „Big Data”

Studiile astronomice au început să producă cantități mari de date, iar acestea vor crește cu multe ordine de mărime în următorii ani. Această evoluție se numește „Astronomie Big Data”, unde se pune accent pe identificarea unor noi modalități de a stoca, livra și analiza aceste date. Astfel, s-a ajuns la dezvoltarea diverselor proiecte civile de știință, care să valorifice abilitatea oamenilor de a identifica modele/forme. Pe de altă parte, telescoapele și instrumentele moderne sunt scumpe, iar construcția lor necesită o varietate de abilități tehnice. În această eră a „Marii Științe”, acestea sunt în mod obișnuit construite de organizații internaționale sau consorții care implică numeroase institute astronomice din diferite țări.

## 5.6

### Simulările complexe și volumul uriaș de date din astronomic necesită dezvoltarea unor supercalculatoare puternice

Procesarea unor cantități mari de date rezultate atât din simulări, cât și din observații, necesită calculatoare capabile să efectueze simulări complexe într-un timp scurt. Supercalculatoarele actuale pot efectua calcule de ordinul a câteva sute de cvadrilioane în fiecare secundă. Aceste supercalculatoare le permit astronomilor să creeze universurilor virtuale și să le compare cu observațiile din studiile realizate la scară largă.

## 5.7

### Astronomia este o știință globală, cu echipe internaționale și în care datele și materialele editate sunt partajate în mod liber

Datele disponibile de la majoritatea observatoarelor profesionale sunt disponibile publicului. Pe parcursul carierei lor, astronomii vor lucra de obicei în diferite țări. Proiectele astronomice mari, de la construirea de telescoape și instrumente până la coordonarea campaniilor de observare, sunt întreprinse frecvent, în colaborare, între cercetători și institute din diferite țări. Astronomia este universală și internațională. Cu toții suntem membri ai echipajului „Navei spațiale Pământ”, sub un singur cer, explorând cosmosul.

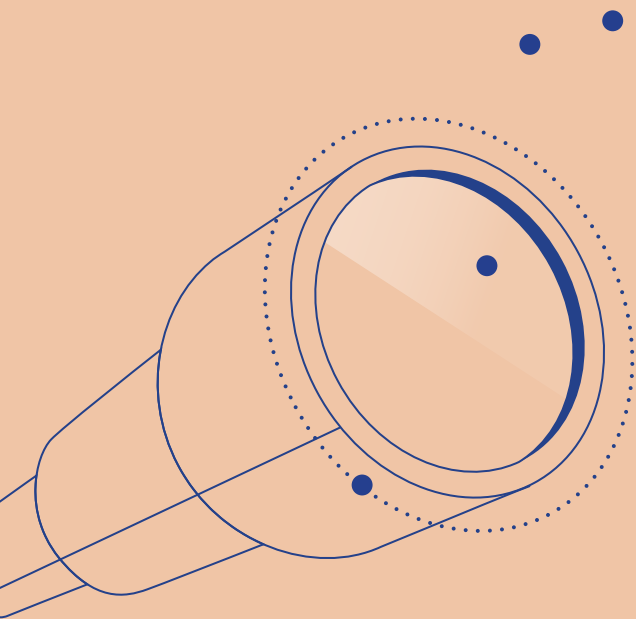
## 5.8

### Numeroase nave spațiale au fost lansate în spațiu pentru a studia Sistemul Solar

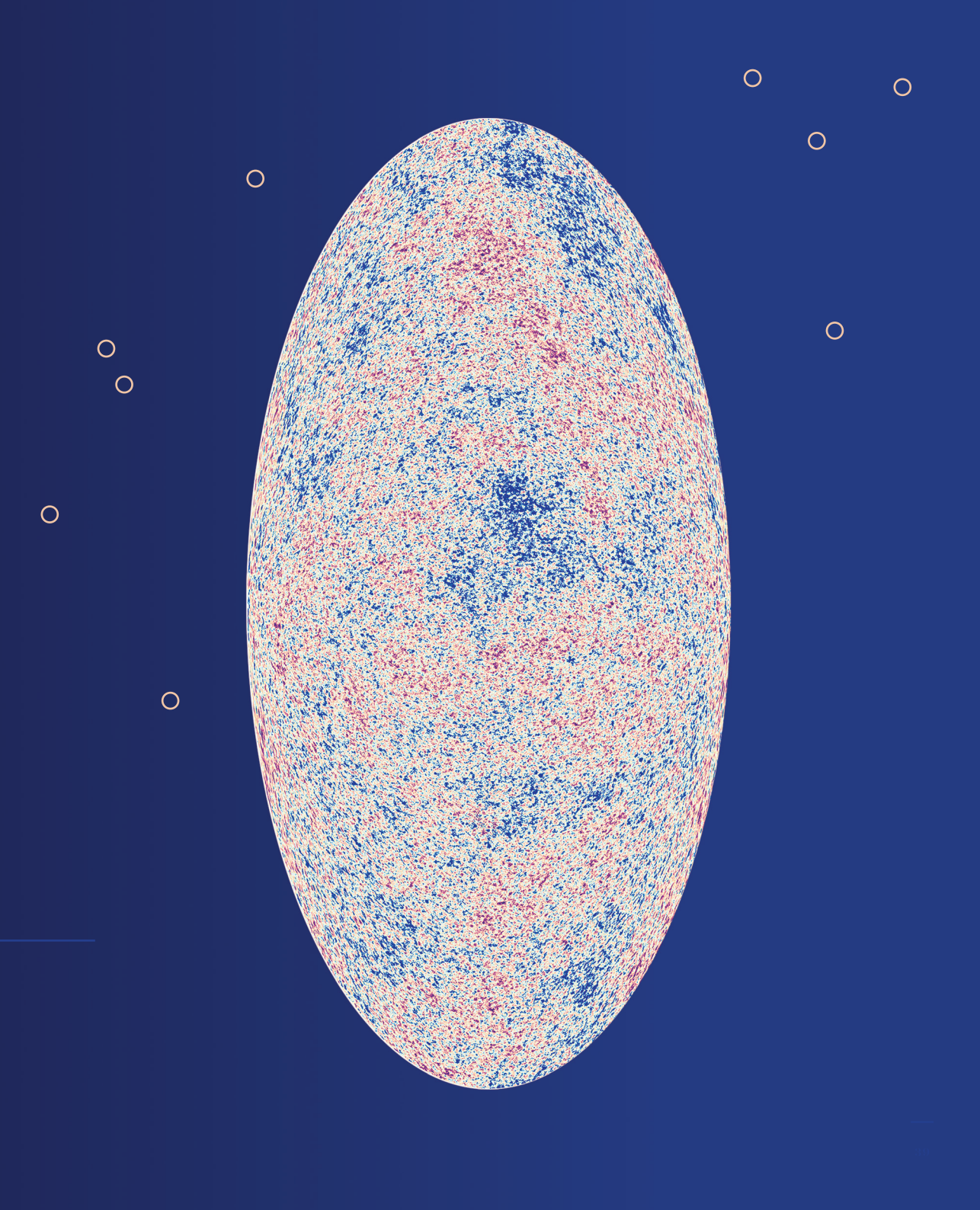
Pentru a explora și învăța mai multe despre locul nostru în Univers, am trimis sonde robotizate în întreg sistemul solar. Unele dintre aceste sonde orbitează planete, sateliți planetari sau chiar asteroizi, în timp ce altele au aterizat pe astfel de obiecte. Printre cele câteva locuri din Sistemul Solar pe care sondele robotizate fie au aterizat fie le-au survolat sau orbitat se numără toate planetele acestuia, planetele pitice Pluto și Ceres, Luna noastră, precum și alți sateliți planetari, cum ar fi cei ai lui Jupiter și Saturn, comete și asteroizi.

# 6

## *Cosmologia este știința explorării Universului ca întreg*



*O imagine a radiației cosmice  
de fond (Cosmic Microwave  
Background), relicvă rămasă  
din momentul în care  
Universul avea 380.000 de ani.  
Credit: Agenția Spațială  
Europeană (ESA) și Planck  
Collaboration (observator  
spațial operat de ESA)*



## 6.1

### Universul are peste 13 miliarde de ani.

Vârsta estimată a Universului, bazată pe observațiile moderne și pe modele cosmologice de ultimă generație privind evoluția sa timpurie, este de aproximativ 13,8 miliarde de ani. Cosmologia este un domeniu de cercetare care studiază evoluția și structura Universului.

## 6.2

### La scală mare, Universul este omogen și izotrop

La scală mare (aproximativ peste 300 milioane de ani lumină), materia din Univers pare să fie distribuită uniform. Datorită acestei densități și structuri aproape uniforme, Universul arată aproape la fel în orice loc (omogen) și în fiecare direcție (izotrop).

## 6.3

### Întotdeauna observăm trecutul.

Datorită vitezei limitate a luminii, nu vedem niciodată obiectele așa cum sunt acum, ci întotdeauna așa cum au fost în trecut. Putem vedea Soarele așa cum a fost acum aproximativ opt minute, deoarece durează aproximativ opt minute ca lumina de la el să ajungă la noi. Vedem galaxia Andromeda așa cum era acum aproximativ 2.5 milioane de ani în urmă, pentru că de atât de mult timp are nevoie lumina galaxiei pentru a ajunge pe Pământ. În acest fel, astronomii observă întotdeauna trecutul, chiar și cu până la 13,8 miliarde de ani în urmă. Observarea obiectelor astronomice aflate la diferite distanțe ne oferă astfel o secțiune transversală a istoriei cosmice. Deoarece, în medie, Universul are aceleași proprietăți peste tot, această secțiune transversală oferă indicii valoroase cu privire la propria noastră istorie.

## 6.4

### Putem observa direct doar o fracțiune din totalul Universului

Deoarece lumina călătorește în spațiu cu o viteză finită, există regiuni îndepărtate ale Universului pe care încă nu le putem observa. Motivul pentru aceasta este pur și simplu că lumina din acele regiuni nu a avut suficient timp pentru a ajunge la detectoarele noastre de pe Pământ. Putem vedea doar obiecte care se află într-o anumită regiune numită „Universul observabil”, cuprinzând toate obiectele a căror lumină a avut timpul necesar pentru a ajunge la noi. De un interes deosebit sunt obiectele foarte îndepărtate de lângă granița acelei regiuni. Acestea ne apar în forma în care erau atunci când Universul tocmai începuse.



## 6.5

### Universul este compus în principal din energie întunecată și materie întunecată.

Stelele, aerul pe care îl respirăm, corpurile noastre și tot ceea ce vedem în jurul nostru sunt alcătuite din atomi, care sunt compuși la rândul lor din protoni, neutroni și electroni. Această așa-numită materie barionică este cea cu care interacționăm în viața noastră de zi cu zi. Dovezile observaționale arată că ea reprezintă doar aproximativ 5% din compoziția totală a Universului. De fapt, Universul este compus în principal dintr-o formă necunoscută de energie denumită Energie Întunecată (aproximativ 68%) și o formă neobișnuită de materie numită Materie Întunecată (aproximativ 27%). Natura așa-numitei Energii Întunecate și Materiei Întunecate este un domeniu activ de cercetare, în special prin observarea influenței lor asupra materiei barionice.

## 6.6

### Universul se extinde într-un ritm accelerat.

Dovezile observaționale arată că Universul se extinde într-un ritm accelerat, care este atribuit energiei întunecate. Pe măsură ce Universul se extinde în mod sistematic la scară mare, grupurile de galaxii se îndepărtează unele de altele. În modelele actuale, toate distanțele dintre grupurile de galaxii cresc proporțional cu același coeficient de scară universal. Datele observaționale arată că cu cât o galaxie este mai departe de noi, cu atât mai repede se îndepărtează de noi (Legea Hubble-Lemaître). Ipotețic, observatorii extraterestrii din alte galaxii ar găsi același lucru. Sistemele legate, cum ar fi roiurile de galaxii, grupurile de galaxii legate prin propria gravitație sau galaxiile în sine, nu sunt afectate de expansiunea cosmică. În cadrul roiurilor și grupurilor, galaxiile individuale pot orbita una în jurul alteia, sau se pot afla pe un traseu de coliziune unele cu altele. Ultima situație este valabilă pentru galaxia Calea Lactee și galaxia Andromeda.

## 6.7

### Expansiunea Universului determină lumina galaxiilor îndepărtate să se deplaseze spre roșu

Expansiunea cosmică influențează proprietățile luminii provenite din Univers. Lumina care ajunge la noi de la galaxiile îndepărtate se deplasează cu atât mai mult spre roșu, cu cât distanța crește. Această deplasare spre roșu poate fi definită ca fiind o creștere a lungimii de undă a luminii (extinderea spre lungimi de undă mai mari) cu factorul de scară universal. Acesta este motivul pentru care galaxiile îndepărtate pot fi observate numai în domeniul infraroșu sau radio și de ce radiația cosmică de fond ajunge la noi fiind încădrată, cel mai adesea, în domeniul microundelor.

## 6.8

### Legile naturale (de exemplu, gravitația) pe care le studiem pe Pământ par să funcționeze în același mod peste tot în Univers

Au existat multe teste pentru a vedea dacă legile fizicii, cum ar fi legile care guvernează gravitația, termodinamica și electromagnetismul, sunt aceleași pe Pământ cât și în universul îndepărtat. Până în prezent, toate aceste teste indică faptul că legile fundamentale ale fizicii se aplică în întregul Univers.

## 6.9

### Structura pe scară largă a Universului este compusă din filamente, pereți și goluri cosmice

Studiile vaste despre deplasarea spre roșu a Universului au arătat că, la scară mare, de ordinul a câteva sute de milioane de ani lumină, Universul seamănă cu o rețea tridimensională, asemănătoare unui burete, de filamente și goluri, pe care astronomii o numesc „rețea cosmică”. Filamentele și pereții conțin milioane de galaxii. Aceste structuri la scară mare se întind pe sute de milioane de ani lumină și au, de obicei, grosimea de zeci de milioane de ani lumină. Filamentele și pereții formează granițe în jurul golurilor, care au un diametru de ordinul a sute de milioane de ani lumină și conțin doar foarte puține galaxii.

## 6.10

### Radiația cosmică de fond ne permite să explorăm Universul timpuriu

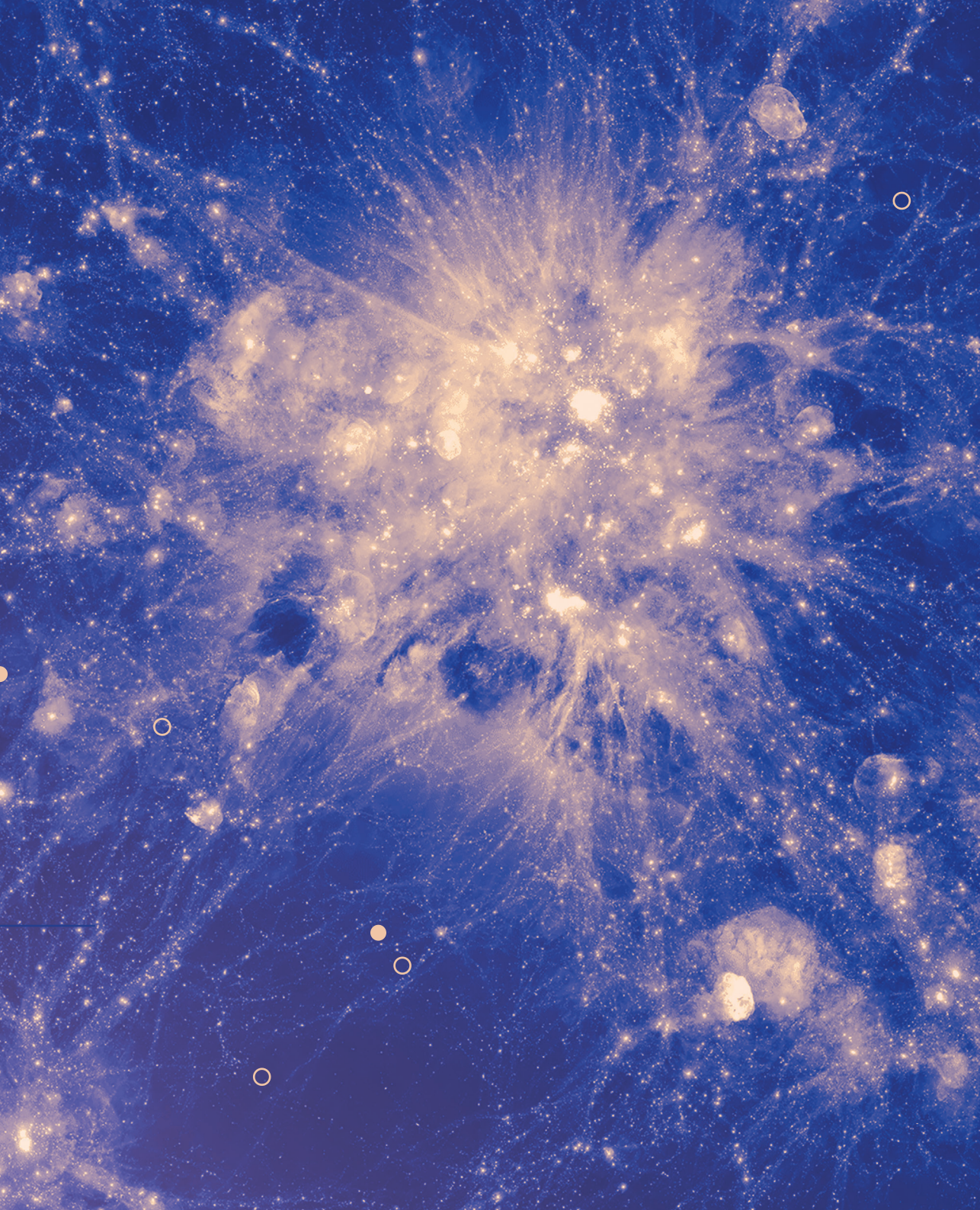
Cea mai veche radiație electromagnetică, care provine din cele mai îndepărtate zone din Univers pe care le putem observa, este radiația cosmică de fond (fond de microunde cosmice). Este relicva rămasă din Universul timpuriu fierbinte și dens, imprimată cu informații dintr-o perioadă în care Universul avea aproximativ 380.000 de ani. Radiația cosmică de fond ne permite să măsurăm caracteristicile cheie ale Universului în ansamblu: cantitatea de materie întunecată, materie barionică și energie întunecată pe care o conține, geometria Universului și rata sa actuală de expansiune. Radiația cosmică de fond arată că Universul este aproape izotrop și, prin urmare, oferă și dovezi indirecte pentru omogenitate.

## 6.11

### Evoluția Universului poate fi explicată prin modelul Big Bang

Conform celor mai bune dovezi disponibile până acum, toată materia și energia pe care le vedem în jurul nostru au fost conținute într-un volum mai mic decât un atom, în urmă cu peste 13 miliarde de ani. Universul s-a extins din această fază de densitate și temperatură foarte mare (faza Big Bang) până la starea sa actuală. Modelele care descriu Universul în expansiune sunt denumite LambdaCDM (unde Lambda reprezintă componenta Energie Întunecată a Universului și CDM pentru Materia Întunecată Rece). Faza Big Bang, în ciuda numelui său, nu a fost o explozie în care materia a fost aruncată în spațiul gol existent anterior. Tot spațiul disponibil a fost umplut cu materie de la bun început și, pe măsură ce spațiul a crescut, densitatea medie a materiei a tot scăzut. De când s-au format galaxiile, distanța medie dintre ele a crescut constant. Modelul Big Bang face numeroase predicții testabile despre Universul nostru actual, dintre care majoritatea au fost confirmate folosind date observaționale.

*O simulare cosmologică, la scară mare, care arată evoluția unei secțiuni a Universului, unde densitatea materiei întunecate este acoperită cu turbulențe gazoase*  
Credit: The Illustris Collaboration  
(Proiectul Illustris - colaborare internațională a oamenilor de știință pentru simulări astrofizice)



7

*Trăim cu toții pe o planetă  
mică în Sistemul Solar*

---

*Reprezentarea artistică a unor  
exoplanete care orbitează  
în jurul unei stele numite  
TRAPPIST-1, ce are pe orbita  
sa cel puțin șapte planete  
stâncoase de dimensiunea  
Pământului.  
Credit: ESO/M. Kornmesser*



## 7.1

### Sistemul Solar s-a format acum aproximativ 4,6 miliarde de ani

Datarea radioactivă a meteoritelor ne-a permis să determinăm vârsta Sistemului Solar. De asemenea, această vârstă este în concordanță cu datarea eşantioanelor de roci lunare și a celor mai vechi roci găsite pe suprafața Pământului.

## 7.2

### Sistemul Solar este alcătuit din Soare, planete, planete pitice, sateliți planetari, comete, asteroizi și meteorizi.

Sistemul nostru solar este format dintr-o stea centrală pe care o numim Soare și din fiecare obiect care se deplasează în spațiu odată cu el, orbitând în jurul său, sub influența gravitației sale. Aceste obiecte includ planete și sateliții lor naturali, planete pitice, asteroizi, meteorizi și comete. Soarele reprezintă mai mult de 99,87% din masa totală a Sistemului Solar.

## 7.3

### Există opt planete în Sistemul Solar

Potrivit rezoluției din 2006 a Uniunii Astronomice Internaționale, pentru ca un obiect să fie o planetă, trebuie să îndeplinească trei criterii. Primul este că trebuie să orbiteze în jurul Soarelui. Al doilea este că o planetă trebuie să aibă suficientă masă pentru ca gravitația să o modeleze într-o formă aproximativ sferică și, în cele din urmă, influența sa gravitațională trebuie să fie suficient de intensă astfel ca în vecinătatea orbitei sale să nu existe alte obiecte. Obiectele care nu sunt sateliți planetari își respectă primele două reguli, dar nu și pe a treia, se numesc planete pitice. Numărând de la Soare, planetele din sistemul nostru solar sunt Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun.

## 7.4

### Există mai multe planete pitice în Sistemul Solar

Planetele pitice sunt toate mai mici decât Luna (satelitul Pământului) care are un diametru de aproximativ 3474 de kilometri. Pluto este în prezent cea mai mare dintre planetele pitice, urmată de Eris, Haumea, Makemake și Ceres. Fiecare dintre aceste obiecte sunt solide, cu suprafețe înghețate și au compoziții asemănătoare. Ceres este situat între orbitele lui Marte și Jupiter, în timp ce celelalte patru planete pitice pot fi găsite dincolo de orbita lui Neptun, în centura Edgeworth-Kuiper.

## 7.5

### Planetele sunt împărțite în planete terestre (stâncoase) și giganți gazoși

Cele mai apropiate patru planete de Soare se numesc planete terestre. Toate aceste planete au o suprafață solidă și sunt compuse în principal din rocă. Mercur nu are atmosferă, dar în comparație cu Pământul, Venus are cea mai densă atmosferă, iar Marte cea mai subțire. Spre deosebire de micile planete interioare, cele patru planete exterioare, numite giganți gazoși, sunt mult mai mari. Aceste planete sunt în principal gazoase (hidrogen și heliu), iar atmosferele lor sunt foarte dense. Toți giganții gazoși au inele în jurul lor. Saturn are de departe cel mai impresionant sistem de inele, care este vizibil chiar și printr-un telescop destul de mic.

## 7.6

### Unele planete au zeci de sateliți naturali

Cu excepția lui Mercur și Venus, toate planetele au cel puțin un satelit natural. Pământul este singura planetă din Sistemul Solar care are un singur satelit, în timp ce Marte are doi. Spre deosebire de planetele terestre, toți giganzii gazosi au un număr mare de obiecte în jurul lor. Cu peste 75 de sateliți confirmați pentru fiecare, Jupiter și Saturn sunt planetele cu cei mai mulți sateliți naturali, urmate de Uranus și Neptun.

## 7.7

### Pământul este a treia planetă care orbitează în jurul Soarelui și are un satelit natural, Luna

Pământul nostru este a treia planetă, numărând de la Soare, și are o orbită aproape circulară. Atmosfera Pământului este compusă în principal din azot și oxigen, iar temperatura medie la suprafața sa, acoperită în proporție de peste 70% de apă, este de aproximativ 15 grade Celsius. Luna este singurul satelit natural al Pământului și singurul obiect ceresc pe care oamenii au pus piciorul.

## 7.8

### Există milioane de asteroizi, care sunt rămășițe de la formarea timpurie a Sistemului nostru Solar

Rămășițele de la formarea timpurie a Sistemului Solar pot fi găsite în principal în centura de asteroizi, situată între orbitele lui Marte și Jupiter, și centura Edgeworth-Kuiper, situată dincolo de orbita lui Neptun. Acești asteroizi au dimensiuni cuprinse între aproximativ 10 metri și 1000 de kilometri, iar masa totală a tuturor asteroizilor din Sistemul Solar este mai mică decât masa satelitului Pământului.

## 7.9

### O cometă este un obiect de gheață care „capătă” o coadă atunci când este încălzită de Soare

Cometele sunt în principal compuse din gheață, dar conțin și praf și material stâncos. Gheața este volatilă și se evaporă din cauza vântului solar și a radiațiilor, atunci când cometa se apropie de Soare. Acest lucru creează două „cozi” - o coadă de praf care este ușor îndoită în direcția opusă mișcării cometei, ce se întinde pe milioane de kilometri și o coadă de plasmă care este dreaptă și rareori vizibilă cu ochiul liber. Cozile cometei sunt întotdeauna îndreptate în direcția opusă Soarelui, independent de direcția în care se mișcă cometa. Se crede că majoritatea cometelor provin din două regiuni specifice: Centura Edgeworth-Kuiper, situată dincolo de orbita lui Neptun, și Norul Oort, la marginile Sistemului Solar.

## 7.10

### Limita Sistemului Solar se numește Heliopauză

Câmpul magnetic al Soarelui se întinde cu mult dincolo de suprafața sa. Acest lucru creează o bulă care cuprinde întregul Sistem Solar. Regiunea în care câmpul magnetic al Soarelui interacționează cu câmpul magnetic al altor stele se numește Heliosheath (regiune exterioară a heliosferei, unde vântul solar este comprimat și turbulent). Limita exterioară a acestei regiuni agitate și turbulente se numește Heliopauză. Dincolo de Heliopauză se află spațiul interstelar. În 2012, sonda spațială Voyager 1 a fost primul obiect creat de om care a traversat Heliopauza.

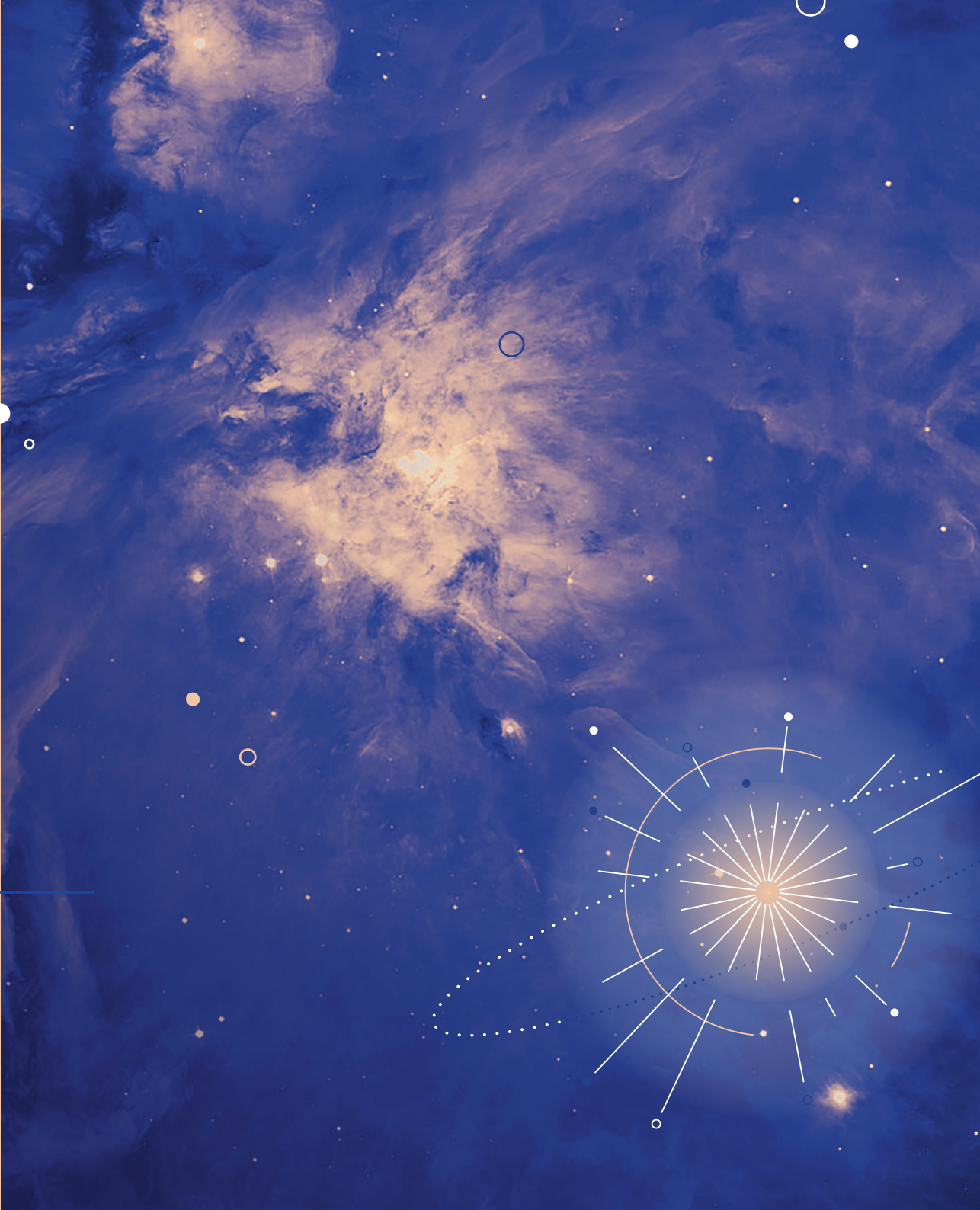


*Cu toții suntem făcuți din  
praf de stele*

---

*Nebuloasa Orion (M42), cea  
mai apropiată regiune masivă  
de formare a stelelor, aflată la  
aproape 1500 de ani lumină  
distanță  
Credit: NASA, ESA, M. Robberto  
(Space Telescope Science  
Institute/ESA) and the Hubble  
Space Telescope Orion  
Treasury Project Team*





## 8.1 O stea este un corp cu lumină proprie, care își generează energia prin reacții nucleare interne

Stelele sunt compuse din plasmă foarte fierbinte (un gaz în care electronii și nucleii atomilor sunt în mare măsură separați) care este ținută legată de propria sa gravitație (comprimare gravitațională). Producția de energie pentru susținerea a unei stele este generată de reacțiile nucleare care au loc în centrul acesteia, unde inițial hidrogenul fuzionează în heliu, prin lanțul proton-proton (și pentru stele mai masive prin ciclul CNO carbon-azot-oxigen) înainte de a trece la fuziunea elementelor superioare. Stelele sunt stabilizate prin presiunea susținută de energia eliberată în timpul proceselor principale de fuziune, ceea ce contracarează dorința stelei de a se prăbuși sub propria gravitație. În acest fel, majoritatea stelelor de masă similară sau mai mică decât Soarele nostru rămân stabile timp de câteva miliarde sau chiar zeci de miliarde de ani.

## 8.2 Stelele se formează din nori masivi de praf și gaz

Colapsul gravitațional al giganților nori moleculari reci dă naștere stelelor. Pe măsură ce norul se prăbușește, se fragmentează în nuclee ale căror zone centrale devin din ce în ce mai dense și mai fierbinți. Dincolo de valorile critice pentru temperatură și presiune, se inițiază fuziunea nucleară și se naște o stea. Această stea tânără este înconjurată inițial de un disc protoplanetar de praf și gaz. Pe parcursul a milioane de ani, acest disc se metamorfozează în planete și corpuri mai mici.

## 8.3 Cea mai apropiată stea de Pământ este Soarele

Cu un diametru ecuatorial de aproximativ 1,4 milioane de kilometri, Soarele, cea mai apropiată stea de Pământ, este atât de mare încât ar putea cuprinde aproximativ 1,3 milioane de Pământuri. Chiar dacă steaua noastră este enormă în comparație cu planeta noastră, există stele mult mai mari în Univers. Supergigantul VY Canis Majoris, cu diametrul de aproximativ 1400 de ori mai mare decât al Soarelui, este cea mai mare stea cunoscută până în prezent. Dacă ar fi plasată în centrul Sistemului Solar, suprafața lui VY Canis Majoris s-ar extinde dincolo de orbita lui Jupiter. Există și stele mult mai mici decât Soarele. Cea mai apropiată stea, Proxima Centauri, este o pitică roșie cu un diametru de aproximativ 200.000 de kilometri, de doar 16 ori diametrul Pământului.

## 8.4 Soarele este o stea dinamică

Deși pare uniformă ca aspect, suprafața Soarelui poate avea pete întunecate. Aceste pete solare, sau regiuni cu câmp magnetic puternic, par întunecate, deoarece sunt mai reci decât materialul din jur. La fiecare 11 ani, ciclul activității solare oscilează între producerea de multe pete și producerea de câteva pete. Uneori, câmpul magnetic al Soarelui se inversează, generând multă energie și eliberează această energie într-o explozie de lumină și particule. Aceste explozii se numesc erupții sau ejecții de masă coronală. Dar chiar și atunci când este calm, Soarele aruncă în mod constant aproximativ 1,5 miliarde de kilograme de gaz fierbinte magnetizat în spațiu, în fiecare secundă. Acest vânt solar străbate sistemul solar și interacționează cu planetele. Și alte stele produc, de asemenea, erupții și furtuni.

## 8.5

### Culoarea unei stele ne spune temperatura suprafeței acesteia

Stelele pot avea temperaturi la suprafață între câteva mii de grade Celsius și cincizeci de mii de grade Celsius. Stelele fierbinți radiază cea mai mare parte a energiei lor în domeniul albastru și ultraviolet al spectrului electromagnetic (la lungimi de undă scurte) și astfel ochii noștri le percep albastre. Stelele mai reci par roșiatice, deoarece radiază cea mai mare parte a energiei lor în domeniul roșu și infraroșu al spectrului electromagnetic (la lungimi de undă mari).

## 8.6

### Spațiul dintre stele poate fi în mare parte gol sau poate conține nori de gaz, care pot produce noi stele

Spațiul dintre stele conține urme minuscule de materie sub formă de gaz, praf și particule de înaltă energie („razele cosmice”). Acest conținut de materie se numește Mediu Interstelar. Poate fi mai mult sau mai puțin dens în diferite părți ale galaxiei. Cu toate acestea, chiar și cele mai dense regiuni ale Mediului Interstelar sunt încă de o mie de ori mai puțin dense decât cel mai bun vid creat într-un laborator.

## 8.7

### O stea trece printr-un ciclu de viață care este în mare măsură determinat de masa sa inițială

Simulările computerizate arată că primele stele au avut o durată de viață de câteva milioane de ani. În schimb, speranța medie de viață a unei stele similare cu Soarele este de aproximativ 10 miliarde de ani. Stelele pitice roșii de masă mică pot trăi trilioane de ani. O stea cu o masă similară cu cea a Soarelui nostru va evolua în cele din urmă într-o stea gigantică roșie și mai târziu va ejecta cea mai mare parte a masei sale în spațiu, lăsând în urmă o stea pitică albă compactă înconjurată de ceea ce se numește o nebuloasă planetară. O stea de cel puțin opt mase solare va evolua într-o supergigantă roșie înainte de a exploda într-un eveniment numit supernova, lăsând în urmă o stea neutronică sau o gaură neagră stelară.

## 8.8

### Stelele masive își pot încheia ciclul de viață sub forma unor găuri negre stelare

O gaură neagră este o regiune a spațiului al cărei câmp gravitațional extrem împiedică orice, chiar și lumina, să scape odată ce a traversat orizontul evenimentelor. Orizontul evenimentelor este o suprafață limită care înconjoară o gaură neagră, unde viteza necesară pentru a scăpa de câmpul gravitațional este mai mare decât viteza luminii. Modelele teoretice prevăd că în centrul unei găuri negre se află o singularitate, unde densitatea materiei și curbura spațiu-timpului se apropie de infinit. Masele găurilor negre stelare sunt de ordinul câtorva zeci de mase solare, într-o regiune având o rază de la câțiva kilometri până la zeci de kilometri (în funcție de masă).



## 8.9

### Stele noi și sistemele lor planetare se nasc din materia lăsată în urmă de stelele anterioare din acea regiune

În afară de hidrogen, cea mai mare parte a heliului și o cantitate mică de litiu, toate elementele din universul actual au fost produse în interiorul stelelor prin fuziune nucleară. Stelele cu masă mică, precum Soarele, produc elemente până la oxigen, în timp ce stelele masive pot crea și elemente mai grele decât oxigenul, până la fier. Elementele mai grele decât fierul, cum ar fi aurul și uraniul, sunt create în timpul exploziilor unei supernove de energie mare și ciocnirilor între stele neutronice. Pe măsură ce mor, stelele eliberează cea mai mare parte a masei lor în Mediul Interstelar. Din această materie se formează noi stele, în versiunea cosmică a unui proces de reciclare.

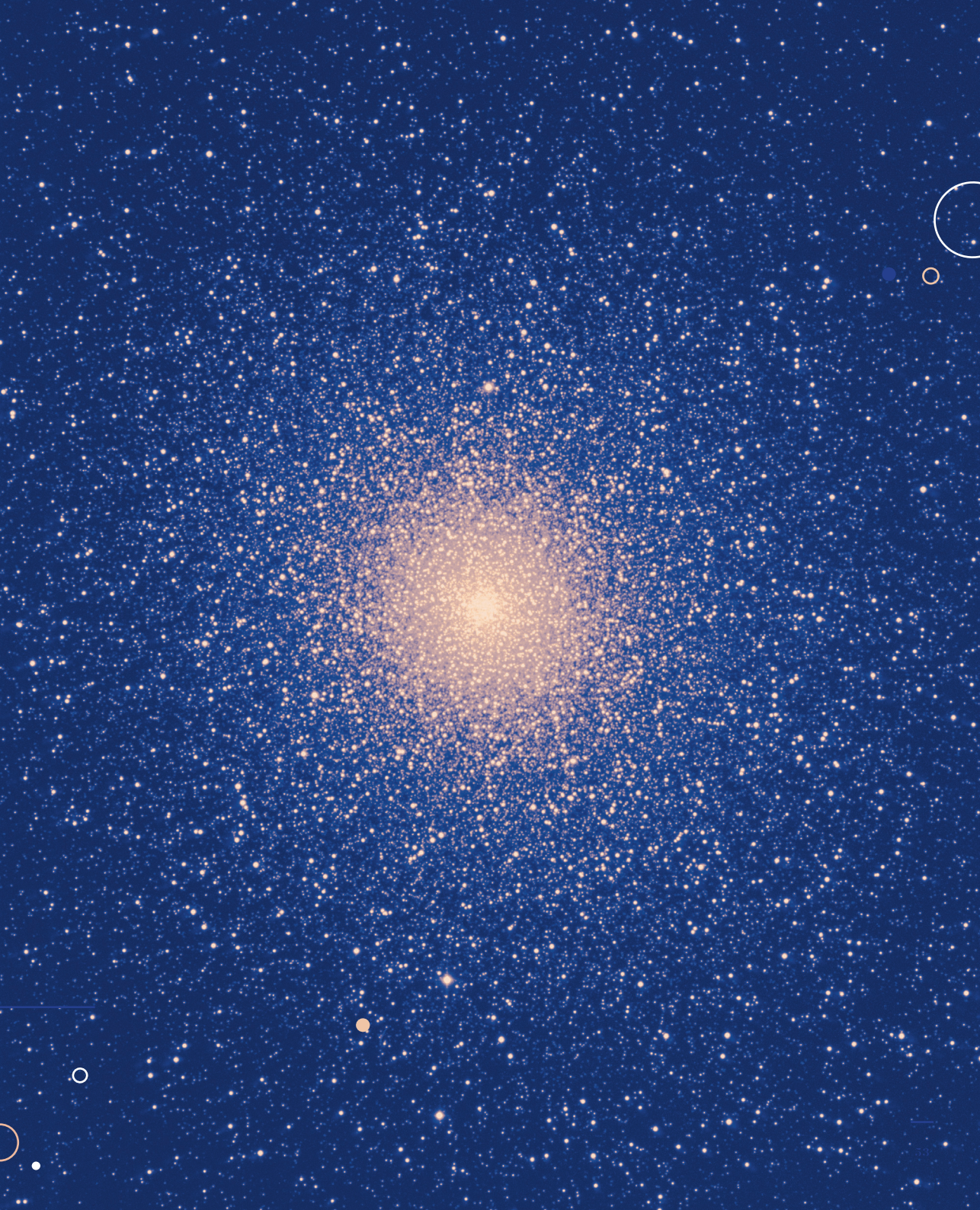
## 8.10

### Corpul uman este format din atomi care pot fi urme ale stelelor anterioare

Alte elemente, în afară de hidrogen și heliu și o cantitate mică de litiu, au fost create în principal în interiorul stelelor și eliberate în spațiu în ultimele etape ale vieții acestor stele. Aceasta este originea majorității elementelor care formează corpul nostru, cum ar fi calciul din oase, fierul din sânge și azotul din ADN-ul nostru. În același mod, elementele care constituie alte animale, plante și, într-adevăr, majoritatea lucrurilor pe care le vedem în jurul nostru, au fost produse de stele cu miliarde de ani în urmă.

---

*O imagine a celui de-al doilea cel mai mare și cel mai strălucitor roi globular sau gruparea de stele strâns împachetate, văzută pe cerul de noapte al Pământului. Este numit NGC 104 sau 47 Tucanae. Credit: ESO*



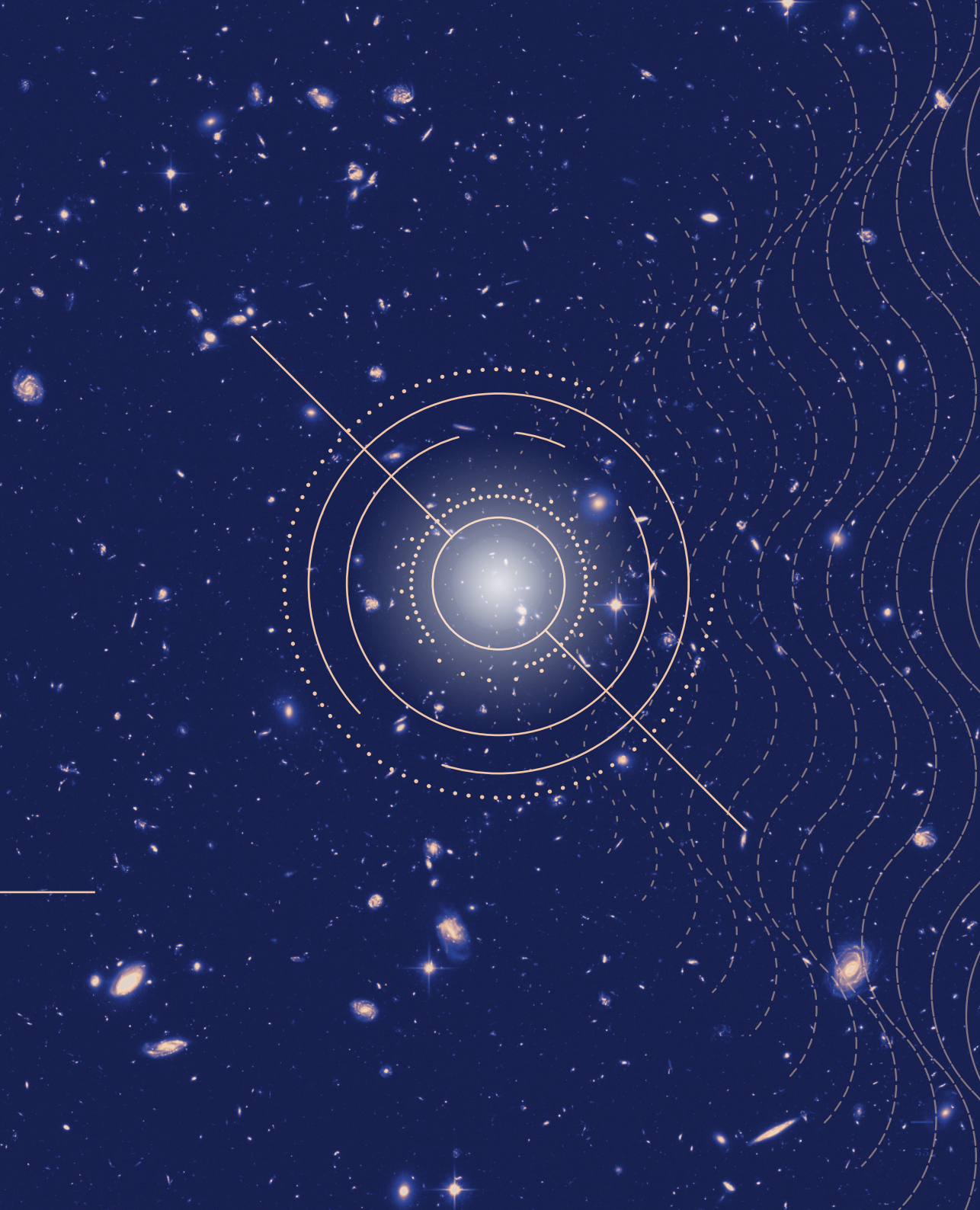
9

*Există sute de miliarde de galaxii  
în Univers.*

---

*Câmpul ultraprofund Hubble,  
un instantaneu al unei mici  
regiuni din spațiu (aproape  
1/10 din diametrul Lunii Pline)  
care conține aproape zece mii  
de galaxii.*

*Credite: NASA, ESA, și S.  
Beckwith (STScI), precum și  
echipa HUDF*





## 9.1 O galaxie este un sistem mare format din stele, praf și gaze

O galaxie conține între câteva milioane și sute de miliarde de stele, legate între ele prin gravitația lor reciprocă. Stelele unei galaxii pot face parte din roiuri stelare sau pot face parte dintr-o populație mai mare de stele separate care pătrund în galaxie. În plus, o galaxie conține rămășițe stelare, praf, gaz și materie întunecată. Multe galaxii au o gaură neagră supermasivă în centru.

## 9.2 Galaxiile par să conțină cantități mari de materie întunecată

Materia întunecată este un tip de materie care nu emite și nu interacționează cu radiația electromagnetică și, prin urmare, este imposibil de văzut prin observații directe. Deși Materia Întunecată nu poate fi văzută, are masă, iar existența ei este dedusă din efectele gravitaționale asupra obiectelor vizibile. Astfel de efecte includ mișcarea obiectelor vizibile sau distorsiunea imaginilor din cauza lentilelor gravitaționale. Galaxiile sunt înconjurate de un halou mult mai mare de materie întunecată - într-un fel, ceea ce observăm la o galaxie este doar vârful aisbergului.

## 9.3 Formarea galaxiei este un proces evolutiv

De-a lungul primelor sute de milioane de ani din istoria Universului, Materia Întunecată a evoluat pînă la numeroase regiuni mari și mai dense, numite halouri. Pe măsură ce hidrogenul și heliul gazos s-au depus pe aceste halouri, s-au format primele galaxii și primele stele. Galaxiile spirale mai mari, cum ar fi Calea Lactee, au evoluat pe măsură ce au atras și au încorporat numeroase galaxii mai mici. Galaxiile eliptice mari s-au format atunci când galaxiile mai masive s-au ciocnit și au fuzionat. În funcție de rezervele lor de gaz și de încălzirea rezultată prin explozia stelelor sau a activităților din centrul galactic, aceste galaxii au format noi stele, într-un ritm crescut sau mai lent.

## 9.4 Există trei tipuri principale de galaxii: spirale, eliptice și neregulate

În funcție de aspectul lor vizual, galaxiile sunt clasificate în spirale, eliptice și neregulate. Aceste tipuri diferă nu numai prin formă, ci și prin conținutul lor. Galaxiile spirale au brațe spirale aplatizate, formate predominant din stele tinere strălucitoare și cantități mari de gaz și praf. În schimb, galaxiile eliptice conțin mai puțin gaz. Stelele lor sunt în mare parte bătrâne și distribuite într-o formă ovoidă sau sferică. Unele galaxii, inclusiv cele mai multe galaxii pitice, nu au nici una din aceste două forme standard și sunt numite neregulate.



## 9.5

### Trăim într-o galaxie de tip spirală, numită Calea Lactec

Calea Lactec este o galaxie de tip spirală, având în centru o structură în formă de bară (galaxie spiralată barată). Sistemul Solar este situat la aproximativ 25.000 de ani lumină de centru, într-un braț spiralat. Partea vizibilă a galaxiei noastre este o colecție de stele în formă de disc, cu un diametru de aproximativ 100.000 – 120.000 de ani-lumină și o grosime de numai aproximativ 2.000 de ani-lumină. Pe acest disc, stelele tinere și praful formează brațe spiralate. În timpul unei nopți întunecate și dintr-o locație suficient de întunecată, putem vedea o mică parte din cele peste 100 de miliarde de stele din discul galactic, ca o bandă enormă cețoasă arcuindu-se pe cer. Aceasta este ce vedem din interiorul galaxiei noastre.

## 9.6

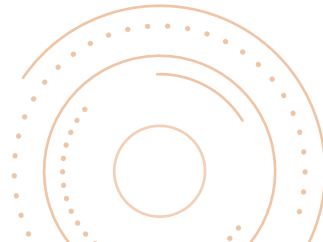
### Brațele spiralate ale galaxiilor sunt create de aglomerările de gaz și praf

O teorie larg acceptată despre formarea brațelor spiralate este că acestea sunt rezultatul unei unde de densitate care se deplasează prin discul unei galaxii, determinând stelele, gazul și praful să se adune într-un mod similar cu un ambuteiaj pe o autostradă aglomerată. Acest lucru dă naștere unor regiuni mai dense ale discului, care sunt văzute ca brațe spiralate. Aceste regiuni de înaltă densitate conțin mult gaz și praf, elemente esențiale pentru formarea de noi stele. Prin urmare, brațele spiralate conțin multe stele tinere strălucitoare, ceea ce demonstrează că aceste regiuni au o rată mare de formare a stelelor.

## 9.7

### Majoritatea galaxiilor au o gaură neagră supermasivă în centru

O galaxie tipică conține aproximativ 100 de milioane de găuri negre de masă stelară. Aceste tipuri de găuri negre se formează atunci când o stea masivă își încheie viața într-o explozie de supernovă. Găurile negre supermasive se găsesc în centrele majorității galaxiilor și sunt cel mai mare tip de găuri negre, cu mase cuprinse între câteva milioane și mai mult de un miliard de mase solare. Calea Lactec are în centru o gaură neagră supermasivă, cu o masă de aproximativ patru milioane de mase solare. Prima imagine directă a siluetei orizontului de evenimente a unei găuri negre, în centrul uriașei galaxii eliptice M87, a fost realizată în 2019 prin combinarea datelor de la opt radiotelescoape din întreaga lume.



## 9.8

### Galaxiile pot fi extrem de îndepărtate unele de altele

Cel mai apropiat vecin al Căii Lactee este galaxia pitică Canis Major, aflată la o distanță de aproximativ 25.000 de ani-lumină. Galaxiile îndepărtate ni se par foarte șterse și, prin urmare, sunt greu de observat. Pentru a obține imagini ale galaxiilor îndepărtate, este necesar să folosim telescoape mari cu putere mare de rezoluție și să facem expuneri lungi pentru a aduna suficientă lumină de la aceste obiecte.

## 9.9

### Galaxiile formează roiuri.

Galaxiile nu sunt împrăștiate aleatoriu în tot Universul. Mai degrabă, galaxia obișnuită face parte dintr-un roi de galaxii. Aceste grupuri constau din sute sau chiar mii de galaxii legate între ele prin atracția gravitațională reciprocă. Grupurile de galaxii în sine, sunt de asemenea grupate în structuri mai mari, numite superroiuri. Calea Lactee face parte din ceea ce se numește Grupul nostru Local de galaxii, care include mai bine de 54 de galaxii. Grupul Local este un membru periferic al Roiului Fecioara, care face parte din Superroiul Fecioara și care, la rândul său, face parte din Superroiul Laniakea.

## 9.10

### Galaxiile interacționează între ele prin intermediul gravitației

Interacțiunile dintre galaxii influențează aspectul și evoluția acestora. În trecut, se credea că un tip de galaxie ar putea evolua spre un alt tip de-a lungul existenței sale, dar informațiile științifice actuale arată că interacțiunile gravitaționale sunt motivul pentru forma unor galaxii. De exemplu, galaxiile eliptice pot fi create prin fuziuni între marile galaxii predecesoare și, în același timp, aceste evenimente pot declanșa o explozie intensă de formare stelară în galaxiile care interacționează.

---

*Imagine color compusă a lui Centaurus A, care dezvăluie lobii și jeturile emanate din vecinătatea găurii negre centrale a galaxiei*  
Credit: ESO/WFI (Optic); MPIfR/ESO/APEX/A.Weiss și colab. (Submillimetre); NASA/CXC/CfA/R.Kraft și colab. (Raze X)





10

*S-ar putea să nu fim singuri în  
Univers*



*O imagine a sondei spațiale  
Cassini, care arată Pământul  
și Luna, văzute de pe Saturn,  
la aproape un miliard și  
jumătate de kilometri distanță.  
Credit: NASA/JPL-Caltech/  
Institutul de Științe Spațiale*



## 10.1 Molecule organice au fost detectate în afara Pământului.

Moleculele organice conțin carbon, care este un element de bază al vieții așa cum o cunoaștem. Observațiile asupra Mediului Interstelar arată că moleculele organice, precum precursorii aminoacizilor simpli, sunt prezente în spațiu. De asemenea, molecule organice, inclusiv un aminoacid, au fost găsite în comete și meteoriți. Este foarte probabil ca astfel de molecule să fi fost deja prezente în gazul și praful din care s-a format sistemul nostru solar.

## 10.2 S-a descoperit că organismele vii supraviețuiesc în medii extreme de pe Pământ

În timp ce majoritatea formelor de viață de pe Pământ sunt sensibile la condițiile de mediu, s-a descoperit că unele organisme, extremofilele, supraviețuiesc în condiții extreme, arătând că viața poate exista acolo unde ne așteptăm cel mai puțin. Aceste organisme pot fi foarte rezistente la o gamă largă de valori pentru temperatură, presiune, pH și la expunere la radiații. Unele dintre acestea trăiesc în locuri precum deșerturi, la poli, în adâncul oceanului, în interiorul scoarței terestre sau chiar în vulcani. Unul dintre cele mai rezistente organisme cunoscute poate supraviețui în condiții de vid. Aceste dovezi sunt motive prudente pentru optimism atunci când vine vorba de posibilitatea vieții pe alte planete sau sateliți planetari, care prezintă adesea condiții de mediu relativ dure.

## 10.3 Potențiale urme de apă în stare lichidă deschid posibilitatea vieții primitive pe Marte

Apa lichidă este un factor cheie pentru dezvoltarea vieții așa cum o cunoaștem. Din acest motiv, căutarea apei lichide pe alte planete și pe sateliți planetari ai lor a fost un obiectiv important în căutarea vieții extraterestre. De-a lungul anilor, pe suprafața lui Marte au fost găsite potențiale urme de apă lichidă, conducând la dezbaterii de lungă durată despre existența sa pe această planetă. Deși dovezile pentru prezența actuală a apei lichide pe Marte sunt puternic dezbătute, potențialele urme oferă sprijin pentru ideea că formele de viață simple ar fi putut exista. Dacă în prezent există apă lichidă, la adâncime, sub suprafața lui Marte, există potențialul de a exista viață.

## 10.4 Unii sateliți naturali din Sistemul Solar par să aibă condițiile pentru ca viața să existe

Printre numeroși sateliți planetari care orbitează în jurul planetelor gigantice ale Sistemului Solar, unele împrumută caracteristici de la planetele terestre, cum ar fi atmosferele dense și activitatea vulcanică. Europa, una dintre cele mai mari sateliți planetari ai lui Jupiter, are o suprafață înghețată care ar putea acoperi un ocean lichid. Oamenii de știință cred că acest ocean ar putea oferi condițiile potrivite pentru existența unor forme de viață simple. Un alt candidat pentru a găzdui viața simplă este Titan, cel mai mare satelit planetar al lui Saturn. Titanul este bogat în compuși organici complecși, are o atmosferă densă, metan lichid la suprafață și s-a emis ipoteza că are un ocean de apă subterană.

## 10.5 Există numeroase planete numite exoplanete, care orbitează în jurul altor stele, altele decât Soarele

De la descoperirea primei planete care orbitează în jurul unei alte stele, au fost detectate mii de planete care orbitează stele, altele decât Soarele, numite exoplanete. Numărul de exoplanete descoperite continuă să crească într-un ritm accelerat, iar acum suntem capabili să caracterizăm populația de exoplanete din vecinătatea solară.

## 10.6 Exoplanetele pot fi foarte diverse și se găsesc adesea în sisteme

Exoplanetele prezintă o gamă largă de proprietăți fizice și orbitale. Cu mase care variază de la cea a lui Mercur până la de câteva ori mai mare decât cea a lui Jupiter, exoplanetele pot avea o rază de sute de kilometri până la de câteva ori mai mare decât raza lui Jupiter. Perioadele orbitale ale exoplanetelor pot fi de doar câteva ore, iar excentricitățile lor pot fi la fel de mari ca cele ale unei comete din Sistemul Solar. Cele mai multe exoplanete tind să se găsească în sisteme, compuse din mai multe planete care orbitează în jurul aceleiași stele.

## 10.7 Acum suntem aproape de detectarea unei planete asemănătoare Pământului

Forțând precizia metodelor de detectare, acum suntem capabili să găsim planete cu o masă mai mică decât cea a Pământului și o dimensiune aproximativ egală cu raza Pământului. Căutările noastre de până acum, oricât de limitate sunt, au arătat că vecinătatea Solară este plină de planete. Unele dintre aceste planete chiar orbitează în interiorul așa-numitei zone locuibile din jurul stelei gazdă. Pe baza definiției, o planetă care orbitează în interiorul zonei locuibile primește exact cantitatea potrivită de radiație de la stea sa, pentru a permite existența apei lichide pe suprafața sa.

## 10.8 Oamenii de știință caută dovezi pentru inteligența extraterestră

O modalitate de a căuta civilizații extraterestre este de a căuta semnale care nu ar putea fi produse în mod natural de vreun fenomen astronomic cunoscut. Căutarea sistematică a unor astfel de semnale este cunoscută sub numele de Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI). Până acum, nu au fost găsite astfel de semnale, dar SETI continuă să scaneze cerul, căutând orice indiciu al vieții avansate în jurul Pământului.

11

*Poluarea luminoasă afectează  
oamenii, multe alte animale și  
plantele*

---

*Vedere nocturnă a Pământului  
de pe Stația Spațială  
Internațională, care arată  
luminile artificiale din Coreea  
de Sud și Japonia.  
Credit: NASA*





## 11.1

### Poluarea luminoasă afectează oamenii, multe alte animale și plantele

Timp de milioane de ani, viața de pe Pământ s-a dezvoltat în absența luminii artificiale, majoritatea speciilor adaptându-se la activități diurne sau nocturne. De la inventarea electricității, oamenii au redus progresiv întunericul nocturn cu lumini artificiale, provocând probleme serioase de poluare luminoasă, ceea ce are implicații asupra mediului, comportamentului animalelor și sănătății umane. Majoritatea populațiilor de animale depinde de modelele diurne și nocturne. De la fiziologie și reproducere până la orientare și atac, lumina artificială poate perturba populațiile de animale sălbatice de pe tot globul. De asemenea, pierdem cerul întunecat de care s-au bucurat strămoșii noștri. În multe medii urbane și suburbane, Calea Lactee este acum aproape imposibil de văzut noaptea.

## 11.2

### Există o mulțime de resturi create de om care orbitează în jurul Pământului

Odată cu dezvoltarea tehnologiei spațiale, omenirea a reușit să trimită numeroase obiecte în spațiu folosind rachete. De la începutul erei explorării spațiale, cantitatea de deșeuri create de om în spațiu, cum ar fi bucăți de rachete sau sateliți vechi, a crescut dramatic. În prezent, există aproximativ 500.000 de bucăți de deșeuri, cunoscute și sub numele de deșeuri spațiale, care orbitează în jurul Pământului. Pe măsură ce gunoaiele spațiale călătoresc la viteze mari, orice coliziune cu o navă spațială sau cu un satelit poate provoca daune grave. Acest lucru este deosebit de riscant pentru Stația Spațială Internațională și alte nave spațiale cu echipaj. Monitorizarea deșeurilor spațiale și dezvoltarea tehnologiilor de colectare a sateliților și a deșeurilor este un domeniu activ de cercetare și dezvoltare.

## 11.3

### Noi monitorizăm obiecte spațiale potențial periculoase

În primele etape ale formării Sistemului Solar, noile planete formate au fost frecvent lovite de corpuri mai mici, precum asteroizii. Unele cratere de pe suprafața Pământului și toate cele văzute pe Lună sunt dovezi directe că acele impacturi pot fi foarte periculoase. Deși este încă un subiect de cercetare și dezbatere, se crede că dispariția dinozaurilor care nu zboară și a unui număr imens de alte specii ar fi fost din cauza impactului unui asteroid mare cu Pământul, cu aproximativ 65 de milioane de ani în urmă. Deși probabilitatea unui impact de această magnitudine este foarte scăzută în zilele noastre, este important să monitorizăm toate obiectele cerești care pot deveni o potențială amenințare pentru viața de pe Pământ. În următorii câțiva ani, programele de monitorizare ale agențiilor spațiale, observatoarelor și altor instituții ar trebui să poată identifica toți asteroizii potențial periculoși cu o dimensiune de un kilometru sau mai mare. Niciunul dintre asteroizii cunoscuți nu se află în prezent pe un curs de coliziune cu Pământul.

## 11.4

### Oamenii au un impact semnificativ asupra mediului înconjurător al Pământului

Industrializarea a adus societății numeroase avantaje, dar a provocat și mai multe probleme de mediu pe Pământ. Prin defrișări și poluarea râurilor, oceanelor și a atmosferei, distrugem sursele vitale de aer curat, hrană și apă care sunt necesare vieții pe Pământ. Omenirea a provocat dispariția a numeroase specii și continuă să caute minerale și resurse energetice în medii pe cale de dispariție. Schimbările climatice induse de om (încălzirea globală) ne afectează mediul la scară largă, punându-ne atât pe noi, cât și multe alte specii în pericol.

## 11.5

### Clima și atmosfera sunt puternic afectate de activitatea umană

Fără atmosfera din jurul său, planeta noastră ar fi o lume înghețată cu o temperatură medie de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Cu toate acestea, gazele cu efect de seră din atmosferă absorb parțial radiația termică emanată de soți și o trimit înapoi spre suprafața Pământului, ceea ce face ca Pământul locuibil. Activitatea umană a dus la creșterea drastică a concentrației principalelor gaze cu efect de seră din atmosfera Pământului, creând un dezechilibru în rezerva energetică a Pământului. Acumularea acestor gaze face ca mai multă energie să fie blocată pe Pământ, ducând la creșterea temperaturii medii. Pământul nu poate radia excesul de energie prin sistemele sale naturale, modificând astfel modelele climatice globale, care sunt sensibile la dezechilibrele energetice.

## 11.6

### O perspectivă globală este necesară pentru a ne conserva planeta

Fiecare persoană este un locuitor al acestei planete. Conceptele de administrare globală și responsabilitate ne pot ajuta să înțelegem că toată lumea poate acționa, ca parte a unui grup sau individual, pentru a ajuta la rezolvarea problemelor globale. Este necesar să conservăm Pământul pentru urmașii noștri. În prezent, Pământul este singura planetă din Univers, despre care știm cu certitudine că poate susține viața.

## 11.7

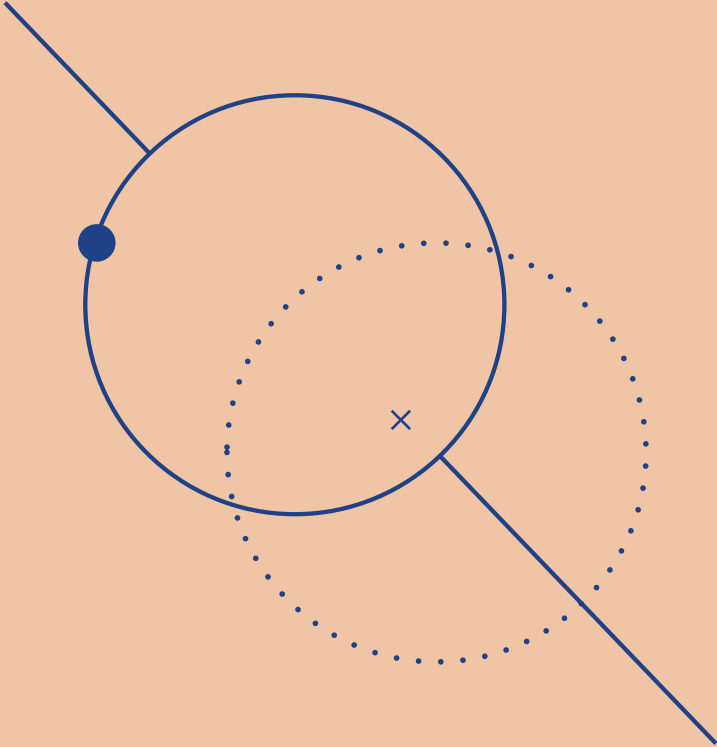
### Astronomia ne oferă o perspectivă cosmologică unică care consolidează unitatea noastră ca cetățeni ai Pământului

Toate ființele umane de pe Pământ trăiesc sub un singur cer și împărtășesc privilegiul către profunzimile Cosmosului. Imaginile din spațiu care arată „Marmura albastră” a planetei Pământ ne-au oferit o înțelegere mai profundă a navei noastre spațiale comune. Privite din exterior, granițele dintre țările distincte dispar cu totul. Imaginile de la nave spațiale precum Voyager 2 și Cassini ne ajută să realizăm că „Punct albastru deschis” este o simplă pată în vastitatea Universului.

x

x

x



x

x

x

x

x





Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

ia  
instituto de astrofísica  
e ciências do espaço

