

JON EVANS

Marile idei ale științei

O INTRODUCERE COMPLETĂ

Traducere: Luiza Mohonea



NICULESCU

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

EVANS, JON

Marile idei ale științei : o introducere completă / Jon Evans ;

trad.: Luiza Mohonea. - București : Editura Niculescu, 2021

ISBN 978-606-38-0609-4

I. Mohonea, Luiza (trad.)

0

© Jon Evans 2011, 2020

First published in Great Britain in 2011 by Hodder Education.

This revised and updated edition published 2020 by Teach Yourself, an imprint of John Murray Press, a division of Hodder & Stoughton. An Hachette UK company.

Titlu original: *THE BIG IDEAS IN SCIENCE. A complete introduction,*
by Jon Evans

Credite foto: Atom de heliu (pagina 27) © Fabrizio Zanier.

Un neuron sau o celulă nervoasă (pagina 14o) © sgame.

© Editura NICULESCU, 2021

Bd. Regiei 6D, 060204 – București, România

Telefon: 021 312 97 82; Fax: 021 314 88 55

E-mail: editura@niculescu.ro

Internet: www.niculescu.ro

Comenzi online: www.niculescu.ro

Comenzi e-mail: vanzari@niculescu.ro

Comenzi telefonice: 0724 505 380, 021 312 97 82

Redactor: Liliana Scarlat

Tehnoredactor: Lucian Curteanu

Coperta: Carmen Lucaci



ISBN 978-606-38-0609-4

Toate drepturile rezervate. Nicio parte a acestei cărți nu poate fi reprodusă sau transmisă sub nicio formă și prin niciun mijloc, electronic sau mecanic, inclusiv prin fotocopiere, înregistrare sau prin orice sistem de stocare și accesare a datelor, fără permisiunea Editurii NICULESCU.

Orice nerespectare a acestor prevederi conduce în mod automat la răspunderea penală față de legile naționale și internaționale privind proprietatea intelectuală.

Editura NICULESCU este partener și distribuitor oficial **OXFORD UNIVERSITY PRESS** în România.
E-mail: oxford@niculescu.ro; Internet: www.oxford-niculescu.ro

Cuprins

| | |
|---|-----------|
| Introducere la ediția a doua | 11 |
| Introducere la <i>Homo scientificus</i> | 12 |
| Partea întâi Cum am ajuns aici | 17 |
| 1 Bang, am pornit! | 19 |
| <i>Expansiunea și răcirea</i> | |
| <i>Quarcuri și leptoni</i> | |
| <i>Forța nucleară tare</i> | |
| <i>Forța electromagnetică</i> | |
| <i>Prima materie atomică</i> | |
| <i>Forța gravitațională</i> | |
| 2 Suntem cu toții praf de stele | 31 |
| <i>Razele cosmice</i> | |
| <i>Formarea elementelor noi</i> | |
| 3 Rețetă pentru un sistem solar | 45 |
| <i>Sistemul nostru solar</i> | |
| <i>Formarea Pământului</i> | |
| 4 Începuturile vieții | 57 |
| <i>LUCA</i> | |
| <i>O definiție a vieții</i> | |
| <i>Cum au fuzionat aminoacizii?</i> | |
| 5 Evoluția și extincția | 69 |
| <i>Mutațiile benefice</i> | |
| <i>Rolul mediului</i> | |
| <i>Reproducerea sexuală</i> | |
| <i>Apariția oamenilor</i> | |

| | | |
|-----------------------|--|------------|
| Partea a doua | Și tu vei fi țărână | 83 |
| 6 | Viața în secvențe | 85 |
| | <i>Proteinele care compun viața</i> | |
| | <i>Molecula ADN</i> | |
| | <i>Proiectul „Genomul uman”</i> | |
| | <i>Exonii și intronii</i> | |
| | <i>Activarea și dezactivarea genelor</i> | |
| 7 | De la coadă la cap | 99 |
| | <i>Genomul</i> | |
| | <i>Cum funcționează celula</i> | |
| | <i>Diferitele tipuri de celule din corpul uman</i> | |
| 8 | Marea hârjoneală | 111 |
| | <i>Diviziunea celulară și mitoza</i> | |
| | <i>Meioza</i> | |
| | <i>Fertilizarea</i> | |
| | <i>Evoluția la un alt nivel</i> | |
| 9 | Întărirea apărării | 125 |
| | <i>Principalii invadatori</i> | |
| | <i>Pătrunderea invadatorilor prin gură sau nas</i> | |
| | <i>Sistemul imunitar înăscut</i> | |
| | <i>Sistemul imunitar adaptiv</i> | |
| 10 | Atacul nervilor | 139 |
| | <i>Neuronul</i> | |
| | <i>Cum funcționează vederea</i> | |
| Partea a treia | Pământ, vânt și foc | 151 |
| 11 | Pământul de sub tălpile noastre | 153 |
| | <i>Structura de bază a Pământului</i> | |
| | <i>Tectonica plăcilor</i> | |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 12 | Se zgâlțâie Pământul | 165 |
| | <i>Cutremurele</i> | |
| | <i>Subducția</i> | |
| | <i>Vulcanii</i> | |
| 13 | Geologia Pământului | 179 |
| | <i>Clasa silicaților</i> | |
| | <i>Variații în cadrul rocilor</i> | |
| | <i>Bazaltul și granitul</i> | |
| | <i>Rocile metamorfice</i> | |
| | <i>Rocile sedimentare</i> | |
| | <i>Ciclul rocilor</i> | |
| 14 | Umed și vântos | 189 |
| | <i>Curenții de convecție</i> | |
| | <i>Circulația termohalină</i> | |
| | <i>Direcția vânturilor predominante</i> | |
| | <i>Curenții circulari din ocean</i> | |
| 15 | Vremea furtunoasă | 201 |
| | <i>Norii și vremea</i> | |
| | <i>Cum se formează ploaia</i> | |
| | <i>Formarea cristalelor de gheață</i> | |
| | <i>Tunetul și fulgerul</i> | |
| | <i>Cicloni, uragane și taifunuri</i> | |
| | Partea a patra Tehnologia este la noi | 213 |
| 16 | Energia înainte de toate | 215 |
| | <i>Energia potențială și energia cinetică</i> | |
| | <i>Energia și forțele</i> | |
| | <i>De la energie la căldură</i> | |
| | <i>Pierderile de energie</i> | |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 17 | În unde | 227 |
| | <i>Lungimea de undă, amplitudinea și frecvența</i> | |
| | <i>Undele și energia</i> | |
| | <i>Radiația electromagnetică</i> | |
| 18 | Volumul informațiilor | 239 |
| | <i>Boole și gândirea logică</i> | |
| | <i>De la sistemul zecimal la sistemul binar</i> | |
| | <i>Microprocesorul</i> | |
| 19 | Evoluția materialelor | 249 |
| | <i>Grafitul și grafenul</i> | |
| | <i>Materialele bidimensionale</i> | |
| | <i>Materialele avansate</i> | |
| | <i>Nanomaterialele</i> | |
| 20 | Este viu | 261 |
| | <i>Calea către genetica modernă</i> | |
| | <i>Clonarea animalelor</i> | |
| | <i>Celulele stem</i> | |
| | <i>Biologia sintetică</i> | |
| | <i>Dilema morală</i> | |
| | Partea a cincea Când știința o ia razna | 273 |
| 21 | Fraudă, păcăleli și fantezie | 275 |
| | <i>Se înmulțesc cazurile de fraudă științifică</i> | |
| | <i>Manipularea datelor</i> | |
| | <i>Descoperirea „fuziunii la rece”</i> | |
| 22 | Șoc și groază | 287 |
| | <i>Sistemul 1 și Sistemul 2</i> | |
| | <i>Culturile MG</i> | |
| | <i>Frica de ROR</i> | |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 23 | Destul de cald pentru voi? | 299 |
| | <i>Principiile schimbărilor climatice</i> | |
| | <i>Controversele privind creșterea temperaturii aerului</i> | |
| | <i>Efectul vaporilor de apă</i> | |
| | <i>Radiațiile solare</i> | |
| | <i>Schimbările viitorului</i> | |
| 24 | Apocalipsa acum | 313 |
| | <i>Războiul nuclear</i> | |
| | <i>Amenințările nucleare</i> | |
| | <i>Atacurile chimice și biologice</i> | |
| | <i>Efectele negative pe termen lung asupra Pământului</i> | |
| 25 | Cunoașterea limitelor | 325 |
| | <i>Impunerea unor restricții asupra universului</i> | |
| | <i>Dincolo de metoda științifică</i> | |
| | <i>Folosirea computerelor în știință</i> | |
| | <i>Teoria cuantică</i> | |
| | Partea a șasea Știința viitorului | 337 |
| 26 | Înapoi în viitor | 339 |
| | <i>Predicții incorecte</i> | |
| | <i>De ce avem rachete?</i> | |
| | <i>Predicțiile științifico-fantastice</i> | |
| 27 | I.A. | 351 |
| | <i>Roboții și mașinările inteligente</i> | |
| | <i>Noile tipuri de cipuri pentru computer</i> | |
| | <i>Computerele capabile de învățare</i> | |
| 28 | În interiorul nostru | 363 |
| | <i>Tratarea cancerului cu nanoparticule de aur</i> | |
| | <i>Implanturile inteligente pentru alte boli</i> | |

| | | |
|-----------|---|------------|
| | <i>Stimularea creșterii țesuturilor</i> | |
| | <i>Cum să ne îmbunătățim corpul</i> | |
| 29 | O odisee spațială | 375 |
| | <i>Trimiterea rachetelor în spațiu</i> | |
| | <i>Menținerea unei rachete în spațiu</i> | |
| | <i>Cum ajungem acolo mai repede</i> | |
| 30 | Lucrurile care vor veni | 387 |
| | <i>Colonizarea spațiului</i> | |
| | <i>Captarea unei cantități mai mari de energie solară</i> | |
| | <i>Dispariția Soarelui</i> | |

4

Începuturile vieții

Cu aproximativ 3,8 miliarde de ani în urmă, Pământul nu era un loc tocmai plăcut.

Perioada de bombardamente continue tocmai se încheiase, lăsând pământul și apa să fiarbă la temperaturi de peste 100°C. Peste tot erau vulcani care scuipau încontinuu cantități imense de abur și dioxid de carbon, precum și dioxid de sulf, hidrogen și nitrogen. Aceasta a creat o atmosferă densă, sufocantă, conștând îndeosebi din dioxid de carbon, cu cantități mai mici de metan, monoxid de carbon, hidrogen și nitrogen. Ploi acide interminabile sfredeleau aceste ceruri apăsătoare, însemnând rocile de la sol. Și în tot acest timp, comete și meteoriți încă se mai izbeau din când în când de Pământ.

Cu toate acestea, în mijlocul acestui peisaj dantesc, se prea poate ca viața să-și fi făcut pentru prima oară apariția. Sau cel puțin roci de această vârstă din Groenlanda, care sunt printre cele mai vechi cunoscute, conțin dovezi cum că exista viață atunci când s-au format. În prezent, aceste dovezi, care constau într-o proporție ușor mai mare de carbon-12 în raport cu cea de carbon-13 (vezi Capitolul 2), este amplu disputată. Acest lucru se datorează faptului că rocile au fost modificate considerabil de căldură de-a lungul secolelor, făcând foarte dificilă orice interpretare a compoziției lor chimice.

Însă dacă viața încă nu apăruse în acel moment, probabil că nu a mai așteptat mult pentru a-și face apariția. Roci din Australia cu o vechime de aproape 3,5 miliarde de ani conțin structuri microscopice care seamănă foarte mult cu rămășițele fosilizate ale unor bacterii minuscule, în vreme ce unele colonii fosilizate formate din astfel de bacterii, numite stromatolite, au fost datate tot cam în aceeași perioadă.

Prin urmare, cu doar câteva sute de milioane de ani după sfârșitul bombardamentului feroce de meteoriți și comete, care ar fi nimicit orice formă de viață care încerca să prospere, mărilor de pe Pământ erau probabil pline de microbi. Ce-i drept, acesta este un interval surprinzător de scurt pentru a trece de la absența vieții la abundența ei, sugerând faptul că, având condiții propice, formele simple de viață apar fără prea mult efort, poate chiar în mai puțin de 20 de milioane de ani. Dar cum anume au apărut este în continuare supus unor debateri aprinse.

LUCA

Problema este că nu avem posibilitatea de a vedea atât de departe în negura timpului. Este posibil ca primele bacterii să fi lăsat rămășițe fosilizate, dar prima formă de viață absolută, denumită LUCA (*last universal common ancestor*¹), nu a lăsat. Așadar, în încercarea de a pune cap la cap ceea ce s-a întâmplat de fapt, savanții au urmat două linii de investigare.

Prima abordare presupune descoperirea acelor „condiții propice” care au dus la formarea vieții. Identificând tipurile de

¹ În traducere, ultimul strămoș universal comun (*n. trad.*)

compuși chimici care trebuie să fi existat pe Pământul tânăr și tipurile de reacții care ar fi putut să aibă loc între ele, oamenii de știință încearcă să determine cum s-au îmbinat aceste elemente chimice pentru a forma viața. Cea de-a doua abordare presupune analizarea componentelor de bază ale vieții curente pentru a reface pașii și a stabili modul în care acestea se vor fi dezvoltat.

Prima poate fi văzută ca un fel de abordare de jos în sus, mergând de la absența vieții la viață, iar cea de-a doua ca un fel de abordare de sus în jos, mergând de la viață la absența ei. Speranța este ca aceste două abordări să se întâlnească în cele din urmă la mijloc pentru a da la iveală o cale plauzibilă de la elemente chimice lipsite de viață la mări mustind de microbi. Probabilitatea unei asemenea căi de-abia începe să se formeze.

O definiție a vieții

Dar înainte de a începe să pășim pe această cale, poate că ar fi de folos să definim ce vrem să spunem de fapt când ne referim la viață. Deși poate părea destul de simplu să deosebești viața de non-viață – câinii sunt vii, pietrele nu – găsirea unei definiții formale este de fapt destul de dificilă.

Probabil că cel mai evident criteriu pentru viață este abilitatea de a se reproduce. Dacă ceva este viu, pesemne că are abilitatea de a crea copii după sine, care pot fi sau nu identice. Însă doar acest criteriu nu este suficient deoarece cristalele au capacitatea de a crește și de a crea copii identice după sine dacă sunt puse în soluții saline. Și nimeni nu ar susține despre cristale că sunt vii.

Abilității de a se reproduce trebuie să-i adăugăm abilitatea de a evolua. Ca un lucru să fie viu, cópiile pe care acesta le creează după sine trebuie să aibă capacitatea de a se schimba treptat de-a lungul generațiilor drept răspuns la factorii de mediu. Evoluția va fi explicată mai în detaliu în Capitolul 5, însă aceasta este responsabilă pentru transformarea microbilor simpli, care pluteau în mările de pe Pământul tânăr, în varietatea generoasă de forme de viață care există în zilele noastre (sau care au existat vreodată).

PROPRIETĂȚILE ESENȚIALE ALE VIEȚII

Acum că avem o definiție elementară a vieții, putem începe să distingem proprietățile esențiale care trebuie să fi aparținut celor mai timpurii forme. Cea mai esențială dintre aceste proprietăți esențiale este aceea că toate formele de viață de pe Pământ pornesc de la molecule care conțin carbon și hidrogen, numite molecule organice. Iar dacă este un singur aspect legat de Pământul tânăr de care oamenii de știință sunt cât se poate de siguri, acela este că a existat o rezervă bogată de molecule organice.

Această rezervă a provenit dintr-o multitudine de surse diferite. Pentru început, meteoriții și cometele care au lovit Pământul tânăr au adus cu sine cantități imense de molecule organice diferite. Moleculele organice au mai fost create și în mod natural în atmosfera densă, în urma reacțiilor declanșate de fulgere și lumina Soarelui. În ultimul rând, molecule organice trebuie să fi fost create sub nivelul mării, în izvoarele termale. Acestea sunt fisuri pe scoarța Pământului care emit cantități foarte mari de apă fierbinte de sub pământ. Această apă

s-a încălzit circulând pe lângă roci topite, conținând astfel dioxid de carbon și alți compuși chimici diferiți din rocile respective, care pot fuziona pentru a forma molecule organice.

În concluzie, orice acumulare de apă de pe Pământul tânăr, de la oceane la băltoace, trebuie să fi mustit de molecule organice. Încălzite de Soare, vulcani sau de fluxul continuu de apă fierbinte de la izvoarele termale, aceste molecule trebuie să fi început să fuzioneze. Ce-i drept, în majoritatea cazurilor, acest lucru ar fi dus pur și simplu la o dezordine totală, dar uneori se pornea un sistem stabil de reacții, în care rezultatul unui singur set de reacții declanșa un alt set. În felul acesta, ordinea trebuie să se fi desprins pentru prima oară din haos.

Cum au fuzionat aminoacizii?

Una dintre familiile de molecule organice care trebuie să fi fost disponibile pe Pământul tânăr este cea a aminoacizilor, care constau în diverse combinații de carbon, hidrogen, oxigen și nitrogen ce înconjoară un atom de carbon aflat în centru. Savanții știu acest lucru deoarece au detectat o gamă largă de aminoacizi atât în meteoriți, cât și în comete. În plus, experimentele care simulează tipul de reacții care este foarte posibil să fi avut loc în atmosfera Pământului tânăr și în jurul izvoarelor termale produc de asemenea aminoacizi (vezi Casetă informativă).



Casetă informativă: Pământul tânăr într-un pahar

Reproducerea uneia dintre etapele probabile ale formării vieții este de fapt destul de ușoară, cel puțin pentru un chimist. Doar umpleți un pahar cu un amestec de metan, amoniu, hidrogen și vapori de apă (pentru a reproduce atmosfera timpurie) și aplicați în mod repetat căldură și electricitate (pentru a simula vulcanii și fulgerele). Când un tânăr chimist american pe nume Stanley Miller a făcut acest lucru în 1953, acesta a descoperit că după câteva zile apa devenise maro. Analizând această apă, el a detectat o întreagă varietate de molecule organice complexe, printre care câțiva aminoacizi întâlniți în proteine. O analiză a mostrelor păstrate în urma acestui experiment efectuată în 2008 cu instrumente mai avansate a scos la iveală o varietate și mai mare de aminoacizi.

Oamenii de știință sunt acum de părere că atmosfera Pământului tânăr conținea probabil mult mai mult dioxid de carbon decât metan sau amoniu, iar când același experiment este realizat cu acest amestec de gaze sunt produse mult mai puține molecule organice. Cu toate acestea, experimentul lui Miller rămâne în istorie drept primul care a arătat că molecule importante din punct de vedere biologic pot lua naștere în mod spontan dintr-un amestec simplu de gaze.

Acest lucru este interesant deoarece aminoacizii sunt cărămizile proteinelor, iar proteinele sunt însăși piatra de temelie a tuturor formelor curențe de viață de pe Pământ. Viața este clădită pe proteine și funcționează datorită lor. Și toate miile de proteine folosite de toate formele de viață de pe Pământ sunt compuse din șiruri lungi, în care se regăsesc doar 20 de aminoacizi diferiți.

În acest caz, provocarea constă în a găsi mecanismul prin care aminoacizii se unesc în mod natural formând aceste șiruri

lungi. În prezent, acest lucru se produce în cadrul celulelor printr-un proces complex care implică multe componente diferite în baza instrucțiunilor codificate în genele celulei. Cum să se fi format proteinele fără tot acest aparat celular? În afară de aceasta, aminoacizii nu se pot pur și simplu îmbina la întâmplare; ei trebuie să se îmbine într-o ordine prestabilită pentru a produce o proteină programată, cu proprietăți prestabilite. Cum este posibil să se fi întâmplat acest lucru fără niciun fel de îndrumare biologică?

ARN-UL ȘI ROCILE

Ei bine, potrivit uneia dintre teorii, aceasta nu a pornit de fapt de la proteine, ci de la o moleculă numită ARN (acid ribonucleic), foarte asemănător ADN-ului din care sunt compuse genele. La fel ca ADN-ul, ARN-ul este format din molecule organice numite nucleotide (vezi Capitolul 6), care probabil că zăceau de asemenea pe Pământul tânăr (sau cel puțin părțile lor componente). Avantajul pe care îl are ARN-ul asupra proteinelor este acela că, teoretic, ARN-ul conține instrucțiunile pentru a se reproduce (printr-un proces care va fi explicat în Capitolul 6), oferind o modalitate prin care aceeași moleculă să fie repetată la nesfârșit. Pe deasupra, oamenii de știință au descoperit că anumite molecule de ARN pot realiza unele dintre funcțiile proteinelor, inclusiv accelerarea reacțiilor chimice.

Așa că probabil ARN-ul a apărut mai întâi, punând bazele primelor forme de viață și creând ceea ce se cheamă „Lumea ARN-ului”, înainte de a sintetiza proteinele care în cele din urmă au preluat controlul. Dar aceasta tot lasă o prăpastie în

primele reacții stabile și zorii Lumii ARN; ce să fi putut clădi un pod peste această prăpastie?

Răspunsul cel mai la îndemână este reprezentat de „roci”. Ideea este că rezultatele cele mai reușite ale reacțiilor stabile, incluzând probabil câteva nucleotide, trebuie să fi eșuat în mod regulat în porii rocilor de pe malul vreunei mări sau vreunui lac sau în apropierea izvoarelor termale de pe fundul oceanelor. Aici, moleculele trebuie să se fi îmbinat pentru a forma molecule mai complexe, suprafața rocilor acționând ca o matriță care alinia moleculele și le ajută să se îmbine în tipare. Este posibil ca porii să fi acționat chiar ca pereții unei celule, strângând molecule înăuntrul lor. Cum suprafața rocilor nu se schimbă foarte repede și aceleași molecule organice au eșuat în mod repetat asupra lor, rocile au acționat ca o linie de asamblare, producând în mod continuu aceleași molecule complexe.

Acest proces fiind repetat pe toată suprafața Pământului tânăr vreme de zeci sau sute de milioane de ani, nu este probabil chiar atât de surprinzător că în cele din urmă s-a format o gamă de molecule ARN (sau poate că la început versiuni ceva mai simple). Pe urmă nu a fost nevoie decât ca unele dintre aceste molecule să fie aspirate în bulele dolofane din apă și, cât ai zice pește, a apărut LUCA.

Însă, bineînțeles, toate acestea sunt doar speculații. Deși oamenii de știință au obținut destul de multe dovezi în laborator pentru a-și susține teoriile, inclusiv căi chimice pentru crearea moleculelor importante din punct de vedere biologic precum riboza, o componentă esențială a ARN-ului, și molecule ARN care pot reproduce alte molecule ARN, încă mai au cale lungă până la a găsi o cale plauzibilă de la non-viață la viață.

Ipoteza „Lumii ARN” nu este singura vehiculată. În loc să găsească modalități non-biologice de a obține moleculele care sprijină în prezent viața, precum ARN-ul, unii savanți susțin că ar trebui să ne concentrăm asupra găsirii rețelelor de reacții stabile. Importantă în această perspectivă nu este identitatea moleculelor, ci ca acestea să formeze rețele stabile de reacții care să reziste în timp, posibil și în porii rocilor. Această persistență le-ar permite rețelelor să devină treptat mai complexe, ducând în cele din urmă la viață, dar posibil la un tip de viață care folosea inițial o gamă de molecule complet diferită.

Totuși, odată ce viața s-a pornit, există dovezi cu prisosință pentru ceea ce a urmat.



Casetă informativă: Viața în afara Pământului

Studiul asupra originii vieții pe Pământ ar primi un imbold fantastic dacă s-ar descoperi vreodată forme de viață altundeva în sistemul solar. Acest lucru nu doar că ar arăta că viața este aproape inevitabilă în condiții propice, și nu doar o întâmplare fericită, dar ar putea de asemenea să contribuie la a stabili dacă viața are mereu nevoie de același set de molecule sau dacă poate funcționa la fel de bine cu un set diferit.

Planeta Marte a fost dintotdeauna candidatul principal la adăpostirea vieții extraterestre, atât în ficțiune, cât și în realitate. Deși acum este rece și uscată, în trecutul îndepărtat, cu miliarde de ani în urmă, era mult mai caldă și mai umedă. Este foarte posibil ca în acel punct, apa în stare lichidă, o condiție esențială a vieții, să fi plutit pe suprafața ei. Chiar și în prezent ar mai putea exista apă în stare lichidă sub suprafața marțiană, unde pot prolifera forme de viață microbiene.

În 2018, un grup de astronomi a anunțat, în baza înregistrărilor radar ale unei sonde spațiale, descoperirea unui lac cu apă lichidă cu lățimea de 20 km îngropat la 1.5 km sub suprafața planetei

Marte, în apropiere de calota glaciară sudică. Un lac subteran asemănător aflat în Antarctica, Lacul Vostok, care a fost izolat de restul lumii zeci de milioane de ani este cunoscut pentru multitudinea de forme de viață pe care le adăpostește.

Însă încep să apară alți candidați, mai surprinzători. Printre aceștia se numără Luna lui Jupiter, Europa, Luna lui Saturn, Enceladus, și planetele pitice, Ceres, din centura de asteroizi, și Pluto, dincolo de Neptun. Dovezi din mai multe direcții sugerează că este posibil ca toate acestea să aibă oceane subterane cu apă lichidă imense, care se întind pe toată suprafața lor și care sunt încălzite de căldura provenită din centrul lor.

Totuși, această apă lichidă nu a fost văzută decât în cazul lui Enceladus, sub forma unor pene care țâșnesc din suprafața lui. Acestea au fost zărite de naveta spațială *Cassini*, lansată de NASA, în timpul explorării lui Saturn. În 2008, *Cassini* a zburat chiar prin una dintre aceste pene, a luat mostre de apă și a analizat-o, descoperind molecule organice în compoziția ei, precum metanul, considerate a fi precursori plauzibili ai vieții.



Idei-cheie

- ▶ Se presupune că primele forme de viață au apărut cu aproximativ 3,8 miliarde de ani în urmă.
- ▶ Trebuie să fi existat o multitudine de molecule organice pe Pământul tânăr, provenind din surse precum cometele și meteoriții, reacțiile atmosferice și izvoarele termale.
- ▶ Este posibil ca primele forme de viață să fi fost bazate pe ARN, și nu pe proteine, sau pe un set complet diferit de molecule.
- ▶ Se presupune că rocile au acționat ca matrițe sau recipiente pentru reacțiile stabile care au produs molecule mai complexe.
- ▶ Este posibil ca mai multe corpuri cerești din sistemul solar să conțină mari întinderi de apă lichidă care ar putea adăposti forme de viață.