

OLIVER MORTON

# LUNA

O ISTORIE PENTRU VIITOR

Traducere de Doru Căstăian

POLIROM  
2021

# CUPRINS

<i>Lista ilustrațiilor</i> .....	11
Introducere .....	13
<i>Fazele Lunii</i> .....	21
I. Reflecții .....	25
<i>Mărimea și aspectul</i> .....	53
II. Fața Lunii .....	57
<i>Orbita Lunii</i> .....	97
III. Apollo .....	101
<i>Suprafața Lunii</i> .....	147
IV. Granițele .....	149
<i>Traectorii</i> .....	187
V. Motivele .....	191
<i>Vizitele</i> .....	223
VI. Revenirea pe Lună .....	227
<i>Expunerea</i> .....	245
VII. Pe Lună .....	247
<i>Povești</i> .....	277
VIII. Nelumea .....	281
Coda .....	313
<i>Mulțumiri</i> .....	321
<i>Surse și lecturi suplimentare</i> .....	324
<i>Bibliografie</i> .....	329
<i>Index</i> .....	339

Dacă s-ar fi format, într-adevăr, din resturile orbitale ale unui impact gigantic, Luna și-ar fi început viața acoperită de un ocean de magmă – un strat fierbinte de rocă lichidă adânc de sute de kilometri. (La rândul lui, după impact, Pământul ar fi avut și el un astfel de ocean de magmă, dar care, probabil, ar fi avut o zecime din grosimea omologului său lunar și n-ar fi acoperit întreaga lui suprafață.) Pe măsură ce oceanul s-ar fi răcit, stratul nu s-ar fi solidificat de sus în jos, așa cum credea Nasmyth. Mineralele ar fi început să se cristalizeze în adâncuri, primele fiind plagioclazii. Fiind mai ușoare decât magma din jur, aceste roci ar fi plutit până sus. Oceanul de magmă ar fi început să formeze astfel o scoarță compusă în special din plagioclazi calcaroși.

Din moment ce Luna, mică și răcindu-se ușor, n-a dezvoltat nici un mecanism pentru reciclarea crustei, această crustă originală a rămas neschimbată, cu excepția momentelor când a fost distrusă de coliziuni sau a fost acoperită ulterior de bazalturile mai închise la culoare. Una din mostrele de pe zonele înalte lunare adusă de astronauții de pe Apollo, alcătuită aproape în totalitate din plagioclaz, avea 4,46 miliarde de ani, mai tânără decât Pământul și Luna cu mai puțin de o sută de milioane de ani.

Dar, în ciuda valorii sale explicative – ca să nu mai amintim de caracterul ei spectaculos –, teoria impactului gigantic s-a confruntat în ultimul deceniu cu tot soiul de probleme. Studiile recente ale rocilor lunare, folosind tehnici tot mai rafinate pentru a analiza detalii din ce în ce mai fine cu privire la structura izotopică, au arătat că acestea nu sunt pur și simplu complet similare cu cele de pe Pământ. În anumite privințe, sunt într-adevăr identice. În același timp, modelările computerizate mai detaliate ale impactului au arătat că partea cea mai mare din materia ajunsă pe orbită ar fi provenit de la Theia, nu de la Tellus. Pentru a pune acest fapt în acord cu procentele identice ale izotopilor de oxigen – și, acum, și cu măsurătorile similare foarte detaliate asupra izotopilor altor elemente –, ar fi trebuit ca Theia să fi fost compusă din materii similare cu ale lui Tellus. Or, dacă cele două corpuri au fost identice de la început, atunci avantajul obținut din explicațiile cu privire la combinarea lor e unul relativ.

Puțini sunt dispuși să abandoneze teoria impactului gigantic din cauza unei asemenea probleme: Acestea fiind spuse, nu există vreun consens în privința rezolvării ei. Unii postulează existența unei planete Theia foarte similară în compoziție cu Tellus. Alții preferă să o facă pe Theia mai mare sau mai rapidă: ceea ce ar însemna mai multă energie în întregul sistem și că o parte mai mare din mantaua lui Tellus s-ar fi contopit cu mantaua lui Theia și ar fi ajuns astfel pe orbită.

La începuturile teoriei impactului gigantic, energiile înalte erau un teren minat pentru că, în lipsa unor justificări foarte serioase, ele ar fi făcut ca sistemul Pământ-Lună să se rotească prea repede. Recent însă, au fost sugerate mecanisme prin care un cuplu aplicat de Soare ar fi putut duce la o reducere semnificativă și rapidă a momentului cinetic în exces din sistemul Lună-Pământ. Calculele pe care se bazează această ipoteză nu sunt încă foarte solide. Se poate spune însă că, deoarece permite o mai mare varietate de coliziuni, ideea este ușor de acceptat în comparație cu altele. Până una-alta, ea a făcut acceptabilă teza impacturilor la energii înalte.

Mai multă energie înseamnă o masă mai mare pe orbită, mai multă căldură, un moment cinetic mai mare care pune lucrurile în mișcare, mai multă magmă și o atmosferă mai mare și mai fierbinte în jurul Pământului, formată din rocă vaporizată. Într-adevăr, demarcația dintre atmosferă și masa de pe orbită ar putea să nu mai fie atât de limpede la un moment dat și să apară un tor orbital de materie topită și vaporizată provenită din manta, cu mult mai mare decât cel care ar fi corespuns planetei. Unii dintre susținătorii acestei teorii au început să se refere la rezultatul unei energii atât de mare ca la o „synestia”, un disc gros care arată ca o gogoasă, cu o adâncitură în mijloc. Pământul se află în mijlocul dens al adânciturii; Luna se va forma din această gogoasă umflată, care este un amestec bine omogenizat din mantalele ambilor parteneri. Mare parte din ceea ce nu va rămâne în Lună va reveni pe Pământ.

Dacă o astfel de gogoasă cosmică compactă poate fi menținută sau nu suficient de mult timp pentru ca o mică planetă să se formeze din ea rămâne o întrebare deschisă. Aspectele fizice și chimice care rezultă atunci când transferi energia unei stele într-o piatră de dimensiunea unei planete sunt mai complexe decât au sugerat primele

modele. Dar modalitatea aceasta prin care mai multă materie ar putea fi adusă pe orbită pentru a fi amestecată acolo mai bine pare, în acest moment, o variantă promițătoare.

Și este mai ușor astăzi să ne gândim la o variantă într-atât de stranie decât a fost în zilele imediat următoare misiunilor Apollo, când un impact direct ar fi părut doar o exagerare bizară. Descoperirea a mii de planete de dincolo de sistemul solar a schimbat și modul cum oamenii de știință înțeleg ce înseamnă o planetă. Unele sunt atât de fierbinți încât atmosfera lor este permanent dilatată, altele se rotesc atât de aproape de steaua lor încât una dintre fețe aproape că se topește. O stea are un inel de piatră topită în jurul ei pe care unii l-au considerat un produs efemer derivat dintr-un impact aproape la fel de puternic precum cel dintre Theia și Tellus. Universul oferă o gamă cu mult mai largă de posibilități planetare decât distribuția bimodală cu obiecte de mici dimensiuni având un interior de rocă și altele de dimensiuni mari cu gaz la exterior, asemănătoare celor pe care le putem observa în sistemul nostru solar.



DACĂ ACCEPTĂM MOMENTAN CĂ LUNA S-AR FI FORMAT PRINTR-UN impact gigantic, putem considera ciocnirea a două planete pentru a forma o lună de mari dimensiuni ca fiind un fenomen puțin probabil? Într-un anumit sens, o asemenea întrebare nu are relevanță. S-a întâmplat sau nu; află dovezile, elaborează modele, obține noi date și ocupă-te de ele<sup>1</sup>. Dar, dintr-un alt punct de vedere, ar putea fi important să aflăm răspunsul, într-un mod mai degrabă anti-copernican.

Pământul are viață, adăpostește o viață inteligentă. Are și o lună de mari dimensiuni. Sunt cele două fapte conectate în vreun fel? Dacă da, și deoarece o lună de mari dimensiuni e rară, atunci și

1. Măsurarea proporțiilor izotopilor oxigenului în rocile de pe Venus ar fi foarte utilă; dacă ar fi precum cele de pe Pământ, atunci Theia ar fi putut fi la fel, iar Marte ar fi un caz izolat. Dar nu e ușor să aducem roci de pe Venus, iar dacă există meteoriți veniți de acolo, aceștia vor trebui să fie identificați.

planetele cu viață inteligentă pe ele ar putea fi la fel de rare. Pământul ar putea fi și el o raritate. Acest gen de întrebări îi ține noaptea treji pe astrobiologi. Uneori în baruri.

În cartea lor *Rare Earth* („Pământul rar”, 2000), Donald Brownlee, un astronom, și Peter Ward, un paleontolog, argumentează într-o manieră solidă și convingătoare că Pământul este ceva special și, prin urmare, omenirea este la fêl. Deși viața microbială s-ar fi putut dezvolta cu ușurință pe multe alte planete, evoluția vieții complexe, spun ei, a depins de diverse aspecte care țin atât de planeta pe care aceasta evoluează, cât și de arhitectura sistemului solar. Iar Luna este parte din argumentația lor.

Ideea că Luna are o relevanță pentru viață, una care merge dincolo de iluminatul nocturn, nu este nouă. Unii au argumentat că, fără Lună, Pământul ar avea o atmosferă sufocant de densă, așa cum este cea de pe Venus. Alții au sugerat că marea provocată de Lună – cu fluxuri mult mai puternice în primele zile ale existenței Pământului, când Luna era mult mai aproape – a fost crucială pentru apariția vieții. Aducând apa mării în cavitățile rocilor și în bălți, de unde aceasta urma să se evapore, mările au creat o modalitate prin care elementele chimice necesare vieții au fost concentrate la un loc. O asemenea ipoteză nu interesează foarte multă lume în prezent – moda recentă este ca originea vieții să fie căutată în curenții hidrotermali de mare adâncime din oceane, unde influența marcei nu mai contează. Dar concepțiile despre astfel de subiecte s-au mai schimbat în trecut și se vor mai schimba. Ipoteze ca aceea privind apa rămasă după reflux în cavitățile rocilor și în bălți apar și dispar.

Brownlee și Ward susțin însă un alt efect al Lunii: o atenuare a oscilațiilor Pământului. Axele planetelor nu sunt perpendiculare pe planul orbitelor, ci înclinate. Axa de rotație a Pământului se află momentan la un unghi de  $23,4^\circ$  față de verticală, măsurat în raport cu planul elipticii. Axa este într-un proces lent de verticalizare, dar, după ce va ajunge la o înclinație de  $22,1^\circ$ , în ceva mai mult de 10.000 de ani, va începe să se incline din nou. Unghiul axei oscilează între  $22,1^\circ$  și  $24,5^\circ$  la fiecare 41.000 de ani. Efectul pe care această oscilație îl are asupra aspectului anotimpurilor de pe planetă este una din cauzele apariției periodice a erelor glaciare care au jalonat Cuaternarul.

În cazul planetei Marte, o planetă mai mult sau mai puțin lipsită de o lună, înclinațiile axei sunt mai mari și variază într-o manieră mult mai neregulată. Uneori, Marte are o axă perfect verticală, fără anotimpuri decelabile. Alteori, se înclină până la  $60^\circ$ , un unghi la care eventualii locuitori ar avea de înfruntat anotimpuri extreme, fie foarte fierbinți, fie înghețate, cu Soarele din mijlocul verii vizibil la miezul nopților până departe, la tropice.

În anii 1990, Jaques Laskar, unul dintre astronomii care au descoperit rolul pe care haosul îl joacă în aparent stabilul nostru sistem solar, a arătat că diferența dintre variația redusă a înclinației Pământului și variațiile violente ale înclinației lui Marte ar putea fi pusă pe seama Lunii. O atracție lunară exercitată continuu asupra proeminenței ecuatoriale a Pământului – o deformare bombată a sfericității Pământului provocată de mișcarea de rotație – îl face să stea aproximativ vertical. Dacă Luna ar dispărea, înclinația axei Pământului ar deveni și mai instabilă decât a lui Marte, ajungând până la  $85^\circ$  – aproape că am putea spune că Pământul s-ar culca pe spate. De asemenea, ar avea polii îndreptați direct spre Soare în timpul verilor și spre punctul cel mai îndepărtat de Soare în timpul iernii, ceea ce ar duce la dispariția oricărei zone temperate de pe planetă.

În *Rare Earth*, Brownlee și Ward argumentează că, în absența Lunii, oscilațiile uriașe ale înclinației Pământului ar produce un climat atât de catastrofal, încât ar fi foarte greu ca viața complexă să mai prospere pe el. Însă povestea s-a dovedit a fi ceva mai complicată de atât.

Variația înclinației unei planete depinde și de forța gravitațională a celorlalte planete din sistemul solar. Până la un anumit prag, cu cât o planetă se rotește mai lent în jurul axei, cu atât este mai sensibilă la pendulări haotice. Pământul și Marte au orbite oarecum similare, iar zilele sunt cam de aceeași durată. Acesta este și motivul pentru care Laskar a stabilit că axa unui Pământ lipsit de Lună ar balansa într-o mișcare de du-te-vino permanent.

Dar, spre deosebire de planeta Marte lipsită de lună, care a avut probabil în întreaga sa istorie zile de o durată constantă, în cazul Pământului lucrurile nu stau la fel. Poate că Luna stabilizează înclinația Pământului în acest moment, dar, așa cum a arătat George Darwin, tot ea este cauza pentru care Pământul are zile suficient de

lungi încât modificările haotice ale înclinației să reprezinte un serios pericol. Dacă, la început, Pământul ar fi avut o zi de zece ore și nu ar fi existat nici Luna, el încă ar mai avea ziua de circa zece ore, iar înclinația ar fi rămas stabilă.

Se mai poate argumenta că dezvoltarea vieții complexe este cu mult mai probabilă pe o planetă similară Pământului dacă aceasta are o lună de mari dimensiuni. David Waltham, un astrobiolog britanic, sugerează în cartea sa *Lucky Planet* („Planeta norocoasă”, 2016) că viața complexă necesită atât o înclinație stabilă a axei, cât și o zi suficient de lungă – o combinație de care Pământul nu ar fi beneficiat dacă nu ar fi existat Luna. Pe planetele cu zile semnificativ mai scurte, argumentează el, transferul căldurii de la ecuator la poli ar fi mai puțin eficient. Vânturile și curenții responsabili cu acest transfer ar fi deviate de la traiectoria directă ce unește ecuatorul cu polii, o traiectorie la care ne putem aștepta având în vedere rotocoalele de un alb strălucitor produse de efectul Coriolis, pe care le observăm în „Răsăritul Pământului”, ce le face să se înfășoare spre est sau spre vest. Cu cât o planetă se rotește mai repede în jurul axei, cu atât acest efect este mai puternic și cu atât căldura va ajunge mai greu la poli. Dr. Waltham argumentează că Luna are exact dimensiunea potrivită pentru a asigura Pământului o înclinație stabilă și o căldură suficientă la poli, astfel încât multe perioade glaciare să aibă consecințe relativ minore. Este un argument ingenios, dar nu neapărat și convingător. Este posibil să nu facem progrese semnificative în privința importanței Lunii pentru apariția vieții până când prezența vieții complexe nu va fi confirmată – sau infirmată – prin studierea luminii emise de planetele similare Pământului din sistemele planetare îndepărtate.

Dacă viața complexă se poate într-adevăr dezvolta pe o planetă care nu beneficiază de prezența unei luni de mari dimensiuni, în schimb oare cum ar fi stat lucrurile pentru omenire dacă istoria ei s-ar fi desfășurat sub un cer fără Lună? Ceva, desigur, s-ar pierde, dar ce? Lipsa Lunii nu este în sine o experiență ieșită din comun; până la urmă, este un fenomen periodic lunar. Luna nouă e aproape același lucru cu absența Lunii. Dar dinamica lumii s-ar schimba.