

LBRIS

We know  
books

NICK LANE

# ASCENSIUNEA VIETII

CELE ZECE MARI INVENȚII ALE EVOLUȚIEI

Traducere din engleză  
de Cezar Petrilă

  
EDITURA  
ART

Almeida A., Almeida J., Bolaños J.P., Moncada S., „Different responses of astrocytes and neurons to nitric oxide: the role of glycolytically-generated ATP in astrocyte protection“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98: 15294-15299; 2001

Barja G., „Mitochondrial oxygen consumption and reactive oxygen species production are independently modulated: implications for aging studies“, *Rejuvenation Research* 10: 215-224; 2007

Bauer J.A. *et al.*, „Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet“, *Nature* 444: 280-281; 2006

Bidle K.D., Falkowski P.G., „Cell death in planktonic, photosynthetic microorganisms“, *Nature Reviews in Microbiology* 2: 643-655; 2004

Blagosklonny M.V., „An anti-aging drug today: from senescence-promoting genes to anti-aging pill“, *Drug Discovery Today* 12: 218-224; 2007

Bonawitz N.D. *et al.*, „Reduced TOR signaling extends chronological life span via increased respiration and upregulation of mitochondrial gene expression“, *Cell Metabolism* 5: 265-277; 2007

Garber K., „A mid-life crisis for aging theory“, *Nature* 26: 371-374; 2008

Hunter P., „Is eternal youth scientifically plausible?“, *EMBO Reports* 8: 18-20; 2007

Kirkwood T., „Understanding the odd science of aging“, *Cell* 120: 437-447; 2005

Lane N., „A unifying view of aging and disease: the double-agent theory“, *Journal of Theoretical Biology* 225: 531-540; 2003

Lane N., „Origins of death“, *Nature* 453: 583-585; 2008

Tanaka M. *et al.*, „Mitochondrial genotype associated with longevity“, *Lancet* 351: 185-186; 1998

## CUPRINS

*Introducere. Cele zece mari invenții ale evoluției*..... 7

Capitolul 1:	Originea vieții. Globul pământesc văzut din spațiu .....	17
Capitolul 2:	ADN-ul. Codul vieții .....	51
Capitolul 3:	Fotosinteza. Chemarea soarelui.....	85
Capitolul 4:	Celula complexă. O întâlnire fatidică .....	121
Capitolul 5:	Sexul. Cea mai mare loterie de pe Pământ .....	159
Capitolul 6:	Mișcarea. Puterea și gloria .....	193
Capitolul 7:	Vederea. Din țara orbilor .....	229
Capitolul 8:	Sângele cald. Spargerea barierei energetice .....	273
Capitolul 9:	Conștiința. Rădăcinile minții umane .....	309
Capitolul 10:	Moartea. Prețul nemuririi .....	345

*Epilog*..... 381

*Note*..... 385

*Lista ilustrațiilor*..... 401

*Mulțumiri*..... 405

*Bibliografie*..... 409

Proiectului genomului uman, care a avut o dezvoltare accelerată și s-a finalizat înainte de termen, ritmul de acumulare a datelor este amețitor. O mare parte din aceste informații nu sunt scrise în limbajele clasice ale geneticii populațiilor și paleontologiei, ci în limbajul moleculelor, căci la acest nivel se produce efectiv schimbarea în natură. Datorită acestor mijloace noi, apare și o nouă specie de evoluționiști, capabili să înțeleagă mecanismele evoluției în timp real. Imaginea astfel obținută este uluitoare prin bogăția detaliilor și vastitatea sa, mergând de la nivel subatomic până la scară planetară. Acesta e motivul pentru care am spus că, pentru prima dată în istorie, știm. Din ansamblul tot mai amplu al cunoștințelor noastre, o mare parte sunt, fără îndoială, provizorii, dar e un ansamblu dinamic și de mare însemnătate. Este o bucurie să trăim într-o asemenea epocă, în care știm deja atât de multe, dar putem spera să învățăm încă și mai mult.

## 1

## ORIGINEA VIEȚII

## Globul pământesc văzut din spațiu



Noaptea urma după zi în succesiune rapidă. La vremea aceea, pe Pământ, o zi dura doar cinci-șase ore. Planeta se rotea nebunește în jurul axei sale. Luna, grea și amenințătoare, era suspendată pe cer undeva mult mai aproape decât este astăzi, așa încât părea mult mai mare. Stelele rareori străluceau, căci atmosfera era plină de ceață, fum și praf, dar spectaculoase stele căzătoare brăzdau în mod regulat cerul nopții. Când putea fi văzut prin pâcla de un roșu mat, soarele era spălăcit și lipsit de vigoarea deplinei sale maturități. Oamenii nu ar fi putut supraviețui în acel mediu. Nu ni s-ar fi umflat ochii, ca apoi să explodeze, așa cum s-ar întâmpla poate pe Marte, dar plămâni noștri n-ar fi găsit nicio urmă de oxigen. Ne-am fi zvârcolit disperați un minut, după care am fi murit sufocați.

„Pământ“ nu ar fi fost pe-atunci un nume potrivit pentru planeta noastră. Mai degrabă „Ocean“. Chiar și astăzi oceanele acoperă două treimi din suprafața Terrei, dominând imaginile cu globul pământesc văzut din spațiu. Pe atunci, Pământul era practic acoperit în întregime de apă, doar câteva insule mici de origine vulcanică ivindu-se printre valurile agitate. Sub acțiunea acelei luni amenințătoare, mările erau uriașe,

ajungând probabil și la câteva zeci de metri. Ciocnirile cu asteroizi și comete erau mai puțin frecvente decât în vremuri chiar mai îndepărtate, când cel mai mare impact provocase desprinderea Lunii de Pământ și o azvârlise în spațiu, dar, și în această perioadă de liniște relativă, oceanele fierbeau și se agitau întruna. Aveau loc frământări și în străfunduri. Crusta era plină de crăpături, magma țâșnea și se învălătucea, iar vulcanii aduceau constant infernul la suprafață. Era o lume fără echilibru, o lume care n-avea stare, o tânără planetă febrilă.

În această lume, acum 3,8 miliarde de ani, a apărut viața, animată poate de ceva din neliniștea planetei în sine. Știm asta deoarece câțiva grăunți de rocă din acea epocă apusă au supraviețuit tuturor tulburărilor planetei până în zilele noastre. În interiorul lor s-au găsit urme minuscule de carbon care păstrează în compoziția lor atomică amprenta aproape infundabilă a vieții înseși. Poate părea o bază șubredă pe care să întemeiezi o afirmație extraordinară și probabil așa și este; experții nu au ajuns încă la un consens. În orice caz, înlăturând alte câteva straturi temporale, cu aproximativ 3,4 miliarde de ani în urmă, semnele vieții sunt cât se poate de clare. În acea perioadă, lumea era dominată de bacterii, care și-au lăsat amprenta nu numai în semnăturile de carbon, ci și în microfosile de diverse forme și în stromatolite, acele catedrale boltite ale vieții bacteriene, ce pot ajunge și la câțiva metri înălțime. Bacteriile au dominat planeta noastră încă 2,5 miliarde de ani înainte ca în registrul fosil să apară primele organisme cu adevărat complexe. Unii spun că mai domină lumea și azi, deoarece, în ciuda aparențelor, biomasa plantelor și a animalelor rămâne mult inferioară celei a bacteriilor.

Cum era Pământul care a dat pentru prima dată viață unor elemente anorganice? Suntem unici ori extrem de rari sau planeta noastră a fost doar una dintr-un milion de miliarde de incubatoare dispersate prin univers? În conformitate cu principiul antropocentric, răspunsul la această întrebare nu are prea

mare importanță. Dacă admitem că probabilitatea vieții în univers este de unu la un milion de miliarde, atunci dintr-un milion de miliarde de planete există o probabilitate apropiată de unu ca undeva să apară viață. Din moment ce ne aflăm pe o planetă vie, este evident că noi trăim pe planeta respectivă. Oricât de rară ar fi viața, într-un univers infinit există întotdeauna o probabilitate ca viața să apară pe o planetă și concluzia logică este că noi locuim pe ea.

Dacă, la fel ca mine, considerați că statisticile prea deștepte sunt nesatisfăcătoare, uitați un alt răspuns nesatisfăcător, propus de nimeni alții decât remarcabilii oameni de știință Fred Hoyle și, ulterior, Francis Crick: viața ar fi început altundeva în univers, după care ar fi „infectat” planeta noastră – fie întâmplător, fie prin mașinațiile unor inteligențe extraterestre asemenea zeilor. Poate că lucrurile au decurs într-adevăr în felul acesta – de altfel, cine ar putea să bage mâna în foc că nu? –, însă majoritatea oamenilor de știință ar evita un asemenea raționament, dintr-un motiv bine întemeiat: este ca și cum ai afirma că știința nu poate răspunde la întrebarea despre originea vieții înainte să fi încercat măcar să vezi dacă e așa. Argumentul adus cel mai frecvent de cei care caută mântuirea în altă parte a universului este timpul, în sensul că pe Pământ nu ar fi fost suficient timp pentru ca viața să evolueze până la acest nivel uluitor de complexitate.

Dar cine zice că-i așa? Laureatul Premiului Nobel Christian de Duve, la fel de eminent ca ceilalți doi oameni de știință, susține un lucru mult mai palpitant: că, datorită determinismului chimic, viața ar fi trebuit să apară rapid. Practic, reacțiile chimice fie se produc rapid, fie nu se produc deloc; dacă o reacție ar dura un mileniu pentru a se finaliza, atunci probabil că, între timp, toți reactanții s-ar disipa sau descompune, exceptând cazul în care stocul s-ar reinnoi în permanență prin alte reacții mai rapide. Originea vieții a fost cu siguranță o chestiune de chimie, așa încât se aplică aceeași logică: reacțiile fundamentale ale vieții trebuie să fi avut loc

spontan și rapid. Prin urmare, potrivit lui De Duve, este mult mai probabil ca viața să evolueze în zece mii de ani decât în zece miliarde.

Nu vom ști niciodată cum a început cu adevărat viața pe Pământ. Chiar dacă am reuși să producem bacterii care să iasă din cine știe ce substanțe chimice care se învoldurează într-o eprubetă, nu vom ști niciodată dacă așa a apărut într-adevăr viața pe planeta noastră, ci doar că astfel de lucruri sunt posibile și poate mai probabile decât se credea cândva. Dar știința se ocupă de reguli, nu de excepții, iar regulile care guvernează nașterea vieții pe planeta noastră ar trebui să se aplice peste tot în univers. Căutarea originii vieții nu este o încercare de a reconstitui ce s-a întâmplat într-o dimineață de joi, la ora 6:30, în anul 3851 de milioane î.Hr., ci căutarea regulilor generale care trebuie să guverneze apariția oricărei forme de viață, oriunde în univers și, mai ales, pe planeta noastră, singurul exemplu pe care îl cunoaștem. Sunt aproape sigur că povestea pe care o voi prezenta nu este corectă în cele mai mici detalii, dar cred că este în mare măsură plauzibilă. Vreau să arăt că originea vieții nu este o mare taină, cum se crede adesea, ci că viața apare, aproape inevitabil, în urma rotației planetei noastre.

\*\*\*

Evident, știința nu lucrează doar cu reguli, ci și cu experimente care ajută la clarificarea lor. Povestea noastră începe în 1953, un *annus mirabilis* marcat de încoronarea reginei Elisabeta a II-a, cucerirea Everestului, moartea lui Stalin, elucidarea ADN-ului și, nu în ultimul rând, experimentul Miller-Urey, originea simbolică a cercetărilor asupra originii vieții. La vremea aceea, Stanley Miller era un doctorand perseverent care lucra în laboratorul lui Harold Urey, laureat al Premiului Nobel; a murit în 2007, nu fără puțină amărăciune în suflet, deoarece încă lupta pentru ideile pe care le susținuse cu mult curaj vreme de jumătate de secol. Dar, indiferent de soarta

propriilor idei, adevărata moștenire a lui Miller a fost domeniul de cercetare pe care l-a fondat prin experimentele sale remarcabile, ale căror rezultate ne uimesc până și azi.

Miller a umplut un balon mare de sticlă cu apă și un amestec de gaze, pentru a simula ceea ce considera a fi fost compoziția atmosferei primordiale a Pământului. Pe baza observațiilor spectroscopice, se credea la vremea aceea că gazele alese de el pentru experiment, și anume amoniacul, metanul și hidrogenul, constituie atmosfera planetei Jupiter și se presupunea, în mod rezonabil, că ele existaseră din abundență și pe tânără planetă Pământ. Prin acest amestec Miller a făcut să treacă descărcări electrice, pentru a simula fulgerul, apoi a așteptat. La diferite intervale de timp – câteva zile, câteva săptămâni, câteva luni – a analizat probe pentru a determina exact ce preparase în acel vas. Rezultatele i-au depășit chiar și cele mai nebunești fantezii.

Miller prepara o „supă primordială“, un amestec aproape mitic de molecule organice, între care se găseau câțiva aminoacizi – componente de bază ale proteinelor și probabil cele mai reprezentative molecule ale vieții, cu siguranță, la vremea aceea, când ADN-ul nu-și dobândise faima pe care o are astăzi. Și mai surprinzător este faptul că aminoacizii care s-au format efectiv în supa lui Miller erau aceiași care se regăsesc în organisme vii, și nu orice aminoacid luat la întâmplare din lunga listă de structuri potențiale. Cu alte cuvinte, Miller a aplicat descărcări electrice unui amestec simplu de gaze, iar din amestecul respectiv s-au încheșat toate elementele fundamentale ale vieții – de parcă ar fi așteptat să ia ființă. Dintr-odată, originea vieții părea simplu de înțeles. Ideea trebuie să fi rezonat cumva cu spiritul epocii, căci revista *Time* a prezentat-o pe copertă – o publicitate fără precedent pentru un experiment științific.

Cu timpul însă, ideea unei supe primordiale a căzut în dizgrație. Destinul ei a cunoscut cel mai negru moment când, în urma analizelor unor roci străvechi, s-a ajuns la concluzia

că Pământul nu a fost niciodată bogat în metan, amoniac și hidrogen, cel puțin nu după marelă bombardament cu asteroizi care a dus la desprinderea Lunii. Acel bombardament colosal a distrus prima atmosferă a Pământului, împrăștiind-o în spațiu. Simulările mai realiste ale atmosferei primordiale s-au dovedit a fi dezamăgitoare. Dacă se produc descărcări electrice într-un amestec de dioxid de carbon și azot, cu urme de metan și alte gaze, recolta de molecule organice scade îngrozitor de mult. Abia dacă mai găsești vreun aminoacid. Supă primordială a rămas mai degrabă o simplă curiozitate, deși este o bună demonstrație a faptului că moleculele organice *ar putea* fi obținute prin mijloace simple în laborator.

Ideea de supă primordială a fost salvată prin descoperirea abundenței de molecule organice existente în spațiu, în special pe comete și meteoriți. Câteva dintre aceste corpuri cerești păreau a fi compuse aproape în totalitate din gheață cu impurități și molecule organice și prezentau o varietate de aminoacizi foarte asemănători cu cei obținuți prin aplicarea controlată a unui curent electric asupra amestecului de gaze. Dincolo de problema existenței lor, surprinzătoare în sine, părea acum că moleculele vieții – o mică parte din imensa varietate de molecule organice posibile – sunt cumva favorizate. Marele bombardament al asteroizilor a căpătat o cu totul altă înfățișare: nu mai era un fenomen pur distructiv, ci impactul devenea sursa principală a tuturor moleculelor de apă și organice necesare vieții. Prin urmare, supă primordială nu era un amestec indigen, format pe Pământ, ci venea din spațiu. Chiar dacă majoritatea moleculelor organice ar fi fost distruse la impact, calculele au sugerat că ar fi putut supraviețui suficient de multe cât pentru o supă.

Deși nu se potrivește perfect cu scenariul însemințării vieții din spațiu susținut de cosmologul Fred Hoyle, ideea a legat totuși originile vieții sau cel puțin supă primordială de structura universului. Viața nu mai era o excepție solitară, ci devenise o constantă cosmologică investită cu o anume autoritate,

la fel de inevitabilă ca gravitația. E inutil să mai spun că ideea a fost și încă este îndrăgită de mulți astrobiologi. Pe lângă faptul că este o idee atrăgătoare, le oferă siguranța locului de muncă.

Supă era și pe gustul geneticienilor moleculari, care erau atrași mai ales de importanța fundamentală pentru viață a replicării, în special a genelor, alcătuite din ADN sau ARN, care se pot copia cu fidelitate și se pot transmite generației următoare (vom reveni la acest subiect în următorul capitol). Este cu siguranță adevărat că selecția naturală nu poate funcționa în absența unei entități capabile de replicare și la fel de adevărat este că viața poate evolua *doar* sub auspiciile selecției naturale. Prin urmare, pentru mulți biologi moleculari, originea vieții este totuna cu originea replicării, iar o supă primordială se potrivește bine cu această idee, deoarece pare să ofere toate componentele necesare pentru ca mai multe astfel de entități aflate în concurență să se dezvolte și să evolueze. Ele iau tot ce le este necesar din această supă bogată, formând polimeri tot mai lungi și mai complecși, iar în cele din urmă transformă alte molecule în structuri elaborate, cum sunt proteinele și celulele. Prin prisma acestei ipoteze, marea este o supă-alfabet plină de litere care așteaptă doar ca selecția naturală să le pescuiască, compunând din ele o proză fără egal.

În ciuda acestor lucruri, supă este o idee periculoasă. Nu pentru că ar fi neapărat greșită – s-ar putea să fi existat într-adevăr, cândva, o supă primordială, chiar dacă era mult mai diluată decât s-a afirmat inițial. Este periculoasă deoarece, timp de zeci de ani, ideea supei primordiale a abătut atenția de la adevăratele fundamente ale vieții. Luați un borcan mare și sterilizat cu supă (sau cu unt de arahide) și lăsați-l undeva câteva milioane de ani. Va apărea viață? Nu. De ce? Deoarece, lăsat în legea lui, conținutul nu va face altceva decât să se descompună. Nici dacă agitați borcanul în repetate rânduri rezultatele nu vor fi mai bune, deoarece supă se va descompune și mai repede. Descărcări electrice sporadice

foarte intense, de exemplu fulgerele, ar putea determina câteva molecule lipicioase să se coaguleze, dar este mult mai probabil să le separe la loc în elementele constitutive. Ar putea o descărcare electrică să creeze într-o supă o populație de entități complexe care să se replice? Mă îndoiesc. Vorba cântecului despre călătorul din Arkansas: „*You can't get there from here*” – „De-aici n-ai cum s-ajungi acolo”. Pur și simplu nu are sens din punct de vedere termodinamic, din aceleași motive pentru care un cadavru nu poate fi readus la viață aplicându-i-se în repetate rânduri șocuri electrice.

„Termodinamică” este unul din cuvintele de evitat într-o carte care are ambiția de a fi populară, dar ea devine mai atractivă dacă o vezi drept ceea ce este de fapt: știința „dorinței”. Existența atomilor și a moleculelor este dominată de „atracții”, „respingeri”, „dorințe” și „descărcări”, într-o asemenea măsură încât devine practic imposibil să scrii despre chimie fără a recurge la un fel de antropomorfism deocheat. Moleculele „doresc” să piardă sau să câștige electroni, atrag sarcini opuse, resping sarcini similare sau coabitează cu molecule cu un caracter similar. O reacție chimică se produce spontan dacă toți partenerii moleculari doresc să participe sau dacă sunt obligați să reacționeze, împotriva voinței lor, printr-o forță mai mare. Și, desigur, unele molecule doresc cu ardoare să reacționeze, dar le vine greu să-și depășească timiditatea înăscută. Un mic flirt delicat ar putea induce o eliberare intensă a poftelor, o descărcare de energie pură. Dar poate ar trebui să mă opresc aici.

Ceea ce vreau să spun e că termodinamica pune lumea în mișcare. Dacă două molecule nu vor să reacționeze una cu cealaltă, nu vor fi ușor de convinsi; dar, dacă vor să reacționeze, o vor face chiar dacă va dura ceva timp pentru a-și depăși timiditatea. Viața noastră este condusă de dorințe de acest fel. Moleculele din alimente își doresc foarte mult să reacționeze cu oxigenul, dar, din fericire, nu reacționează spontan (sunt un pic timide), căci altfel am lua foc cu toții. Însă flacăra vieții,

combustia lentă care ne susține pe toți, este chiar o reacție de acest tip: hidrogenul extras din alimente reacționează cu oxigenul pentru a elibera toată energia de care avem nevoie pentru a trăi.<sup>1</sup> În fond, orice formă de viață este susținută de o „reacție principală” de tip similar: o reacție chimică ce dorește să se producă și care eliberează energie ce poate fi folosită pentru a alimenta toate reacțiile secundare care compun metabolismul. Toată această energie, toată viața noastră, se reduce la juxtapunerea a două molecule complet dezzechilibrate una față de cealaltă, hidrogenul și oxigenul: două corpuri opuse care se îmbină într-o uniune moleculară fericită, cu o abundență descărcare de energie, și nu lasă în urmă nimic mai mult decât o băltoacă de apă caldă.

Și tocmai asta e problema cu supa primordială: din punct de vedere termodinamic, este lipsită de vlagă. Nimic din supa asta nu vrea în mod deosebit să reacționeze, cel puțin nu așa cum vor să reacționeze hidrogenul și oxigenul. Nu există niciun dezzechilibru și nicio forță motrice care să împingă viața până sus de tot, în vârful dealului energetic foarte abrupt care duce la formarea unor polimeri cu adevărat complecși, cum sunt proteinele, lipidele, polizaharidele și în special ARN-ul și ADN-ul. Ideea că primele fragmente de viață ar fi fost entități capabile de replicare precum ARN-ul, precedând orice forță motrice termodinamică, este, după cum spune Mike Russell, „ca și cum ai scoate motorul dintr-o mașină și ai aștepta ca vehiculul să fie pus în mișcare de computerul de bord”. Dar, dacă nu din supă, atunci de unde a apărut motorul?

\*\*\*

Primul indiciu înspre aflarea răspunsului a apărut la începutul anilor 1970, când de-a lungul riftului Galápagos, nu departe de insulele cu același nume, au fost observați niște curenți ascendenți de apă caldă. Întâmplător sau nu, aceleași insule a căror bogăție făcuse cândva să încolțească în mintea

lui Darwin ideea originii speciilor ofereau acum un indiciu asupra originii vieții înseși.

Câțiva ani nu s-a întâmplat mare lucru. Dar în 1977, la opt ani după ce Neil Armstrong a pus piciorul pe Lună, *Alvin*, un submersibil al Marinei americane, a coborât în rift pentru a căuta craterelor termale oceanice despre care se presupunea că dau naștere curenților de apă caldă – și n-a întârziat să le găsească. Dar, dacă existența lor nu a constituit o mare surpriză, abundența extraordinară a vieții din adâncurile întunecate ale riftului a provocat un adevărat șoc. Trăiau acolo viermi tubulari uriași, unii dintre ei ajungând chiar și la 2,5 metri lungime, laolaltă cu scoici și midii mari cât farfuriile. Nici prezența gigantilor în adâncurile oceanului poate că nu era ceva neobișnuit – să ne gândim doar la calmarul uriaș –, în schimb abundența lor era uimitoare. Densitatea populației zonelor cu cratere termale din adâncul oceanelor rivalizează cu cea a unei păduri tropicale sau a unui recif, în ciuda faptului că aici energia provine din emisiile craterelor, și nu de la soare.

Dar poate cele mai spectaculoase erau înseși craterelor, care au căpătat curând denumirea de *black smokers* („fumegoși negri”) (vezi figura 1.1). De altfel, s-a dovedit că cele din riftul Galápagos sunt fenomene de proporții modeste în comparație cu unele din celelalte 200 de câmpuri de cratere termale descoperite între timp de-a lungul dorsalelor din oceanele Pacific, Atlantic și Indian. Hornuri cu aspect instabil, unele înalte cât un zgârie-nori, pompează valuri de fum negru în apele de deasupra. Nu este vorba de fum propriu-zis, ci de sulfuri metalice foarte fierbinți care invadează apa mării, ridicându-se din cuptorul de magmă de dedesubt, acide ca oțetul, ajungând până la temperaturi de 400°C în condițiile de presiune zdrobitoare din adâncurile oceanului, înainte de a se depune sub formă de precipitat în apele reci. Hornurile în sine sunt compuse din minereuri sulfuroase, cum ar fi piritule de fier (cunoscute mai degrabă sub denumirea de „aurul nebunilor”),

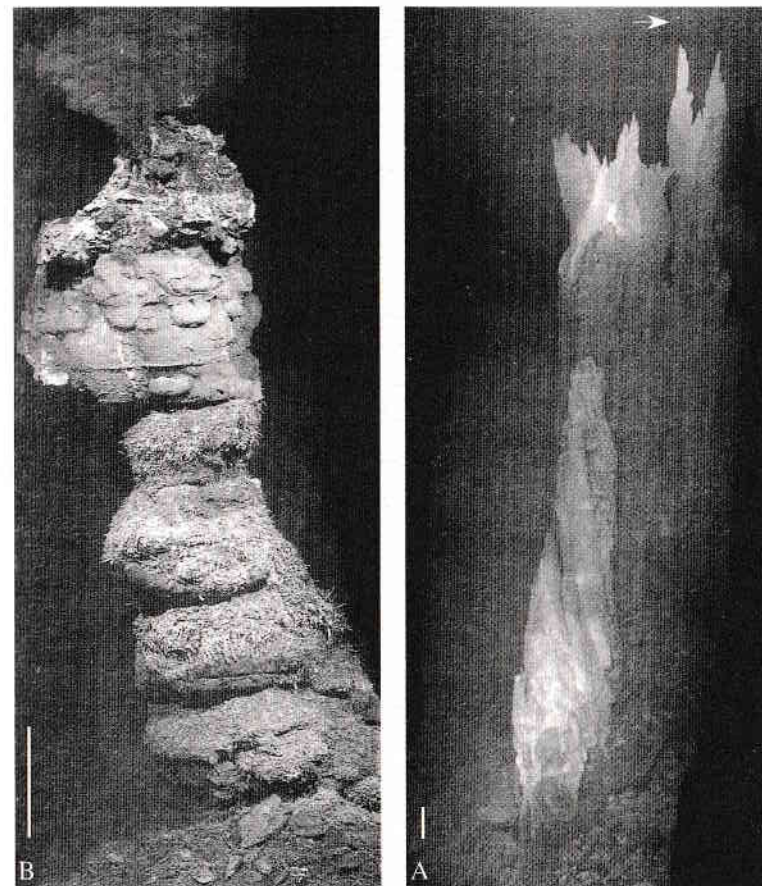


Figura 1.1. Un *black smoker* emană o fumarolă cu temperatura de 350°C în dorsala Juan de Fuca, din nord-estul Oceanului Pacific. Linia de referință din stânga corespunde unei înălțimi de un metru.

Figura 1.2. *Nature Tower* („Turnul Naturii”), un crater alcalin activ înalt de 30 de metri din *Lost City* („Orașul Pierdut”), care se înalță din roca de serpentin. Zonele cu emisii active sunt de un alb mai luminos. Linia de referință din stânga corespunde unei înălțimi de un metru.