

---

# ELS MATERIALS PRIMIGENIS

---

## I L'EVOLUCIÓ PRE-BIÒTICA (I)

---

Alfred Giner-Sorolla

La primera part de l'article, que avui presentem, descriu els diversos estadis de l'evolució dels materials conduents a l'origen de la vida a la Terra, des del "gran esclat" fins a l'aparició dels primers microorganismes.

*Al principi el món era no-res; el cel no hi era, ni la terra, ni l'espai. Perquè no hi era, va pensar de sí mateix: seré, i va emetre foc...*

(D'un papir egipci)

L'origen de l'univers i la constitució de la matèria d'on sorgí la vida, és, sens dubte, un dels temes més apassionants i fonamentals de la ciència i que en transcendeix els límits, pel fet que clàssicament aquest coneixement ha format part tant de la metafísica, com de doctrines religioses i mitologies. Dins els models cosmològics de l'actualitat, l'estudi de la constitució de la matèria als moments inicials de la creació, no tan sols té rellevància per desxifrar el curs evolutiu de l'univers, a gran escala, sinó per l'estreta relació que presenta amb la constitució de les partícules subatòmiques de la matèria present.

Si es dona un cop d'ull al fons i desenvolupament històric que han conduït al present coneixement en ciències físiques, es pot observar els estadis que esglaonadament constitueixen l'anomenada revolució científica. En primer lloc, l'enunciació de la teoria heliocèntrica per Copèrnic i la demostració experimental per Galileo d'aquesta teoria, i també la descoberta de la immensitat de la Via

Làctia i la immutabilitat de l'àtom, va anar seguida en un segon estadi per la formulació newtoniana de la dinàmica dels cossos celestials, trobada per paral·lelisme amb la dels cossos de la Terra. Un tercer esglaó el van emprendre Kant i

■ **Amb Lavoisier  
s'esfondren  
les creences  
màgiques de la  
constitució  
de la matèria**

Laplace en postular per primera vegada una teoria científica de la formació del sistema solar. Com a quart estadi del desenvolupament de les ciències físiques, figura l'esfondrament de les creences màgiques de la constitució de la matèria, duta a terme per Lavoisier,

seguit per la introducció de la teoria atòmica per Dalton, tancant així un parèntesi de dos mil·lenis d'oblit des de Demòcrit i Lucreci, primers enunciadors de l'existència dels àtoms.

Si l'aplicació del telescopi per a l'observació de l'univers per Galileo eixamplà els límits de l'univers en una forma que no era concebuda per la teoria copèrnica, (que si bé postulava l'heliocentrisme, era plagada de l'esperit medieval d'un món tancat), aquesta observació experimental que demostra l'existència de l'infinít mitjançant un instrument òptic fou complementada tres segles més tard per l'aplicació d'un altre instrument, l'espectroscopi, per Fraunhofer, que permeté d'analitzar l'emissió lluminosa dels estels i del Sol, tot demostrant la unitat de composició elemental de l'univers. La sistematització dels elements químics per Mendeleiev confirmava la teoria atòmica de Dalton i apuntava vers el desenvolupament evolutiu dels elements a partir de l'hidrogen com a àtom primari. Les troballes de la física moderna, i també

de l'astronomia, han anat confirmant i refinant aquests coneixements dels segles anteriors.

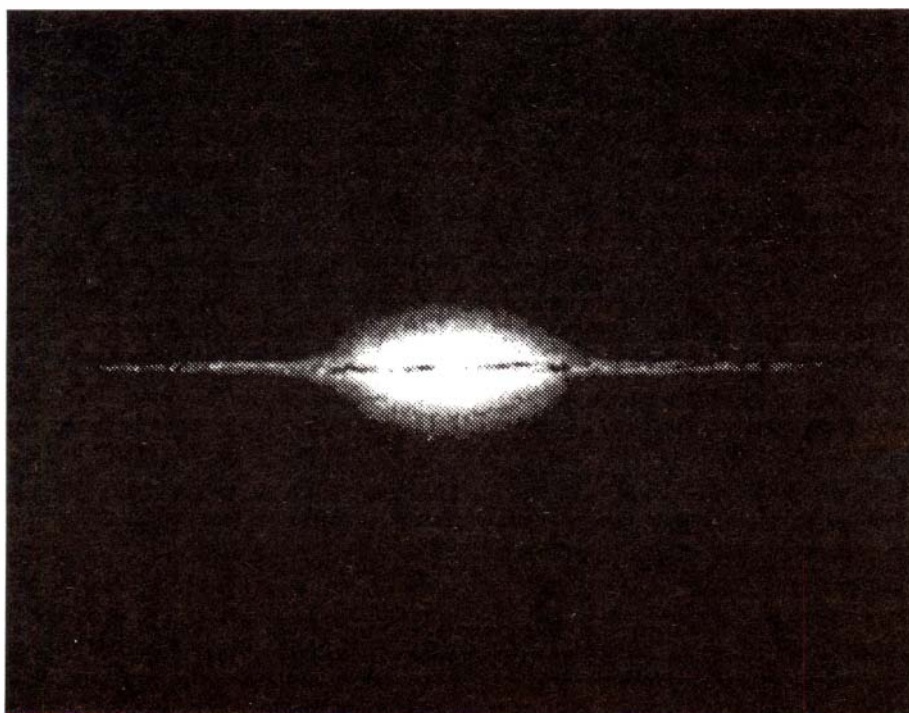
### ORIGEN I EVOLUCIÓ DE LA MATÈRIA

Constitueix una característica ben peculiar en allò que pertany a la composició de l'univers i dins la unitat de la matèria arreu d'ell, el fet que es trobi que la major proporció dels elements sigui l'hidrogen, en percentatges que varien segons diferents càlculs, del  $\approx 80 - 90\%$ , i l'heli,  $10 - 20\%$ ; mentre que els elements més pesants tan sols  $\leq 1\%$ . Aquesta prevalença d'hidrogen i d'heli, els dos elements més lleugers, a l'univers suggereix la plausibilitat dels models cosmològics actuals, tant els basats en l'explosió de l'àtom primordial com el de l'univers estacionari. Cal tan sols considerar el nostre sistema solar per comprovar aquesta afirmació; en efecte, tant el Sol com els grans planetes jovians són constituïts majoritàriament per hidrogen i heli, respectivament el combustible i com aquell qui diu les cendres de la transformació energètica que ocorre en tots els estels; en el cas dels planetes jo-

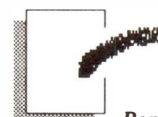
Taula I. Inici i evolució de l'univers

Temps	Temperatura °K	Diàmetre Univers	Esdeveniment	Època
$10^{-43}$ s.	$10^{32}$	$10^{-28}$ cm	Inici de l'expansió universal	Començament de la física
$10^{-35}$ s.	$10^{28}$	$10^{-24}$ cm $\rightarrow$ $\approx 20$ cm	Formació de quarks i electrons i llurs imatges de mirall: matèria i antimatèria	Univers inflacionari
$10^{-32}$ s.	$10^{27}$	100 m	Matèria, antimatèria i radiació bombollen en un brou opac	Fi del període inflacionari; univers quasi homogeni.
$10^{-6}$ s.	$10^{13}$	$5,8 \times 10^9$ km	Quarks es combinen amb protons i neutrons; matèria i antimatèria s'anihilen mútuament; l'excés lleuger de matèria comprèn tota l'existent avui a l'univers	
3 min.	$10^9$	$10^{16}$ km	Protons i neutrons es fusionen en nuclis atòmics; electrons són massa energètics per a ésser lligats i formar àtoms	
$10^3$ anys	$3 \times 10^3$	$10^{19}$ km	Electrons i nuclis es combinen formant àtoms; la radiació se separa de la matèria i la llum pot viatjar per l'espai	
$10^9$ anys	15	$10^{22}$ km	Formació de quasars; l'univers comença a aparèixer com actualment	

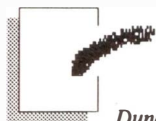
(Adaptat de J. Silk, p. 66 i R. Gore, p. 740) (Ref. 1, 2).



vians, se'ls pot considerar sols avortats. Aquesta abundància d'hidrogen i heli ha estat explicada per Alan Guth i altres per l'elevadíssima temperatura que existí a l'inici de l'univers; és el començament de la física, el moment o temps Planck que pot definir l'estat de l'univers en el  $10^{-43}$  segons



Representació esquemàtica de la Via Làctia vista de costat. Segons l'astrònom Hoyle, hi ha  $10^{40}$  grams de microorganismes a la nostra galàxia.



Dunes i roques a la plana de Chryse, a Mart. Probablement els elements lleugers que componen la matèria viva van ser desplaçats de Mart per la calor i els gasos emesos pel Sol primitiu..  
A sota, Venus fotografiat pel Mariner 10. La composició química de la matèria viva és molt més semblant a la del conjunt de la Via Làctia que no pas a la de Venus i dels altres planetes petits del sistema solar, com la mateixa Terra



de la creació. No es pot fins ara, definir quines circumstàncies ni quin estat de la matèria eren presents abans d'aquest moment infinitesimalment reduït. El model proposat per Alan Guth i altres és el concepte de l'univers inflacionari "que intenta construir un univers a partir de quasi no-res", resultat tot de "un accident, de l'ultimate free lunch". L'origen s'explicaria per una "fluctuació quàntica del buit"; concepte que contrasta amb segles de tradició científica, plasmat en el primer principi de la termodinàmica i que fou iniciat pel filòsof grec Parmènides, segons qui: "res no pot ser creat de no-res", concordant, però, amb mitologies de l'Orient Mitjà; un exemple d'aquesta creença és reflectit en la cita que

encapçala aquest article. Una sinopsi que resumeix els diferents estadis que segons el model inflacionari ha experimentat l'univers des de la seva creació, és a la Taula I.<sup>1,2</sup>

Conceptes inimaginables respecte a l'univers inflacionari han estat expressats per Weinberg:<sup>3</sup> "Al principi fou una enorme explosió; no pas una explosió com aquestes que coneixem a la Terra, que s'inicien en un centre definit i s'escampen tot envoltant més i més espai circumdant, sinó una explosió que ocorregué simultàniament *per tot arreu*, omplint tot l'espai des del començament, amb cada partícula apressant-se per separar-se i fugir de la contigua". O en paraules de l'astrònom Mallove: "Som realment el producte d'una nihilitat (*no-*



*thingness*) que s'ha elaborat ell mateix", quan tractava d'explicar l'essència de la teoria de l'univers inflacionari.<sup>4</sup>

#### ELS ELEMENTS BIOGÈNICS

Si es consideren els elements des del punt de vista de la seva abundància, llevat de l'hidrogen, l'heli i el neó, es troba que el carboni és el més prevalent a l'univers. Aquest fenomen fou analitzat per Joan Oró el 1963; cal mencionar en les seves paraules aquesta observació fonamental:<sup>5</sup>

"Bé que la composició química de la Terra, la Lluna, Mart, Venus, ha estat determinada (els tres últims per proves espacials) com formats per sis elements predominants: O, Si, Al, Fe, Ca, Mg; ara, tant als planetes jovians com als

Taula II. Principals espècies químiques observades a l'espai interstel·lar

Espècie	Símbol	Espècie	Símbol
Cianogen	(CN) <sub>2</sub>	Monòxid de silici	SiO
Hidrogen (atòmic)	H	Cianur de metil	CH <sub>3</sub> CN
Radical hidroxil	OH	Àcid isociànic	HNCO
Heli	He	Acetaldehid	CH <sub>3</sub> CHO
Carboni monoatòmic	C	Tioformaldehid	CH <sub>2</sub> S
Amoniàc	NH <sub>3</sub>	Sulfur d'hidrogen	SH <sub>2</sub>
Aigua	H <sub>2</sub> O	Metanimina	H <sub>2</sub> CNH
Formaldehid	CH <sub>2</sub> O	Metilamina	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>
Monòxid de carboni	CO	Etanol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH
Cianur d'hidrogen	HCN	Diòxid de sofre	SO <sub>2</sub>
Cianoacetilè	HC <sub>3</sub> N	Cianamida	NH <sub>2</sub> CN
Metanol	CH <sub>3</sub> O	Acetilè	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
Àcid fòrmic	HCOOH	Àcid isotiocianic	HNCS
Formamida	HCONH	Cianopentaacetilè	HC <sub>11</sub> N
Monosulfur de carboni	CS	Hidròxid sòdic	NaOH

(6) (Oró, 1986, p. 560). En aquestes determinacions, iniciades el 1937, ha estat emprada espectroscòpia de microones o ultraviolada; dades fins el 1982. Recentment han estat descobertes molècules cícliques: C<sub>2</sub>Si i C<sub>3</sub>H.

estels, incloent-hi el Sol, la composició és l'esmentada per a l'univers en conjunt, H, He, Ne, i carboni [...] Així, els elements més abundants, a l'excepció dels gasos nobles (He, Ne), l'hidrogen, oxigen, carboni i nitrogen són els que constitueixen en forma majoritària tots els éssers vius, la matèria orgànica." I continua: "Ens trobem, doncs, amb una aparent paradoxa: la matèria viva és una mostra més representativa de la composició elemental de l'univers, que la matèria inerta de la Terra i altres planetes petits del sistema solar."

Tot seguit explica Oró aquesta paradoxa amb la suggestiva comparació:

"del sistema solar com un cromatograma gegantí (gas-sòlid), en què la part central del sistema, ocupada pels planetes petits i asteroides, fou probablement minvada dels elements químics lleugers per la calor radiant i per l'hidrogen i l'heli actuant com a gasos de transport dimanant contínuament del Sol primitiu. Així, els elements lleugers foren desplaçats cap a la regió externa del sistema solar, on es troben els grans planetes jovians i els cometes. Per tant, com que la massa dels planetes jovians és més del 99% de la massa planetària total del sistema solar, i com que aquests planetes son fets d'heli i d'elements reactius lleugers (H, C, N, O, etc.), es pot concloure que la química

Espècie química	Abundància
Fase insoluble carbonàcia	1.3-1.8 %
Carbonat i CO <sub>2</sub>	0.1-0.5 %
Hidrocarburs	
alifàtics	12-35 ppm
aromàtics	15-28 ppm
Àcids	
monocarboxílics (C <sub>2</sub> -C <sub>8</sub> )	~ 170 ppm
dicarboxílics (C <sub>2</sub> -C <sub>9</sub> )	+, no mesurat
hidroxicarboxílics (C <sub>2</sub> -C <sub>5</sub> )	~ 6 ppm
Aminoàcids	10-20 ppm
Alcohols (C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> )	~ 6 ppm
Aldehids (C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub> )	~ 6 ppm
Cetones (C <sub>3</sub> -C <sub>5</sub> )	~ 10 ppm
Urees	~ 20 ppm
Amines (C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> )	~ 2 ppm
Heterocicles nitrogenats	
Pirimidines i quinolines	0.04-0.40 ppm
Purines	~ 1 ppm
Pirimidines	~ 0.05 ppm
Polipirrols	≤ 1 ppm

(De J.A. Wood i S. Chang [1985, pàg. 56] [9]).<sup>9</sup>

d'aquests elements, que és en part química orgànica, és la química predominant del sistema planetari solar. Això vol dir, doncs, que els planetes que formen part de la petita zona interna del sistema solar, són en realitat l'anomalia excepcional que ens confirma la regla".

Aquestes observacions foren plasmades per Oró en una frase ben punyent:

"L'univers és essencialment orgànic."

I aquesta asserció és confirmada, per altres raonaments i troballes, i principalment per la determinació per Aller de la major estabilitat de

l'element carboni en relació amb el beril·li en la nucleosíntesi; aquest element es descompon en partícules  $\alpha$  mentre que el carboni recentment format a temperatures de 10<sup>8</sup> graus Kelvin ràpidament passa a un estat molt estable, probablement a causa de l'elevada simetria interna del seu nucli, i així va acumulant-se a l'interior dels estels on, juntament amb el nitrogen, actua com a catalitzador de les reaccions termonuclears de conversió de l'hidrogen en heli.<sup>6,7</sup>

La teoria de Joan Oró sobre la ubiqua presència del carboni al cosmos ha estat confirmada, a més, per l'anàlisi de meteorits (els meteorits carbonacis), dels cometes i de l'espai interstel·lar i de la galàxia. Les exploracions de l'espai intergalàctic mitjançant l'observació i anàlisi òptica, espectral, per radiotelescopis, han revelat les dades més sorprenents pel que fa a la composició de l'espai interstel·lar, que vénen a confirmar la troballa esmentada, i tan fonamental al segle passat, de Fraunhofer sobre la unitat de la matèria, és a dir dels elements arreu de l'univers. Les anàlisis de l'espai intergalàctic han revelat la presència d'espècies químiques totes elles conegudes, com podem observar a la Taula II, la majoria, compostos orgànics, i

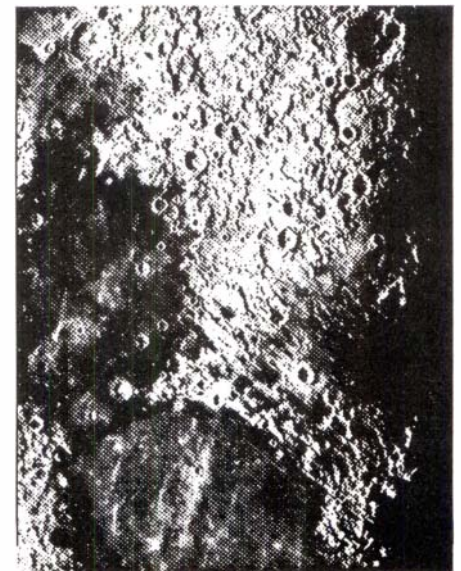
Orgànic <sup>a</sup>	Inorgànic <sup>b</sup>	Metalls <sup>c</sup>	Ions <sup>d</sup>	Polis <sup>e</sup>
C	H	Na	C <sup>+</sup>	Silicats
C <sub>2</sub>	NH	K	CO <sup>+</sup>	
C <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub>	Ca	CO <sub>2</sub> <sup>+</sup>	
CH	O	V	CH <sup>+</sup>	
CN	H <sub>2</sub> O	Mn	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	
CO	S	Fe	OH <sup>+</sup>	
CS		Co	Ca <sup>+</sup>	
HCN		Ni	N <sub>2</sub> <sup>+</sup>	
CH <sub>3</sub> CN		Cu	CN <sup>+</sup>	

<sup>a, b</sup> Observats en els nuclis de cometes com a línies o bandes d'emissió visible o ultraviolada; excepte HCN, CH<sub>3</sub>CN i H<sub>2</sub>O, que són observats per radiofreqüència. <sup>c</sup> Detectats com a línies en cometes passant ben a prop del Sol (excepte Na que pot ésser observat en molts cometes, àdhuc fora d'una unitat astronòmica). <sup>d</sup> Detectat com a línies visibles o ultraviolades, o bandes a l'inici del plasma de la cua. <sup>e</sup> Observat com a emissió infraroja a l'inici de la cua amb pols. (De J.A. Wood i S. Chang, 1985, p. 53) (Ref. 7).

uns quants d'inorgànics entre elles, i sorprenentment, alguns de tan reactius com ara l'hidròxid sòdic i el diòxid de sofre, aquest últim component a la Terra de la contaminació de zones urbanes. Que a l'univers es trobi etanol sense que calgui passar pel procés de fermentació de la glucosa és un fet que despertà comentaris; la seva presència tan sols es podria explicar si es trobés etil, d'on podria derivar per hidratació; no havent estat detectat aquest gas a l'espai, l'origen de l'etanol és encara una incògnita. Cal notar la presència de formaldehid, compost clau per a la síntesi pre-biòtica i al qual han estat atribuïdes propietats mutagèniques i carcinogèniques; precursors de carcinògens en la llista són les amines. La presència d'òxid de silici, formaldehid i amoníac en els grànuls interstel·lars, com també la presumpta detecció per l'astrònom Hoyle<sup>8</sup> de cel·lulosa, lípids, proteïnes i fins i tot bacteris, algues i virus per l'espai intergalàctic (calcula que hi ha 10<sup>40</sup> grams d'aquests microorganismes per la Via Làctia), indicaria que la



*El cometa Halley conté molècules potencialment biogèniques. Aquesta dada va induir Joan Oró a suposar que els cometes podien haver contribuït a originar la vida a la Terra. A la dreta, Mar de la Tranquil·litat, a la Lluna. L'home ja hi ha fet un paper d'OVNI, però l'ambient inhòspit d'aquest satèl·lit no permet que els gèrmens terrestres hi comencin un procés de biopoesi.*



Taula V. Molècules interstel·lars i llurs possibles materials biogènics (7)

Molècules interstel·lars	Fórmula	Monòmers biogènics i propietats
Hidrogen	H <sub>2</sub>	Agent reductor; protonació
Aigua	H <sub>2</sub> O	Dissolvent universal, hidroxilació
Amoníac	NH <sub>3</sub>	Base catalítica, aminació
Monòxid de carboni	CO	Hidrocarburs i àcids grassos
Formaldehid	CH <sub>2</sub> O	Monosacàrids (ribosa) i glicerina
Acetaldehid	CH <sub>3</sub> CHO	Desoxipentoses (desoxiribosa)
Aldehids (de HCN)	R-CHO	Aminoàcids
Tioformaldehid	CH <sub>2</sub> S	Cisteïna i metionina
Cianur d'hidrogen	HCN	Purines (adenina, guanina); aminoàcids
Cianacetilè	HC <sub>2</sub> N	Pirimidines (citosina, uracil, timina)
Cianamida (imidazols)	H <sub>2</sub> NCN	Formació d'oligòmers (pèptids, nucleòtids, lípids)
Fosfamina (Júpiter) (meteorits)	PH <sub>3</sub>	Formació de derivats de fosfats

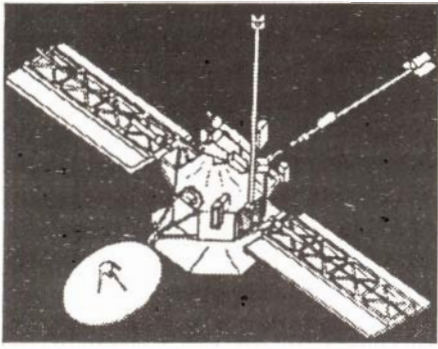
vida pot sorgir segons Hoyle, en condicions tan adverses com són les de l'espai interstel·lar, en un tipus de panspèrnia veritablement còsmica.

Han estat també sorprenents els resultats de les anàlisis de meteorits carbonacis, com mostrem a la Taula III;<sup>9</sup> sent els meteorits vestigis del gran conjunt de la nèbula solar, i havent-se format tots els cossos del sistema solar a partir de la matriu de la nèbula, la presència de composts orgànics i biogènics n'indica l'origen remot i la presència ubiqua. Si bé aminoàcids, aldehids i urees constitueixen uns productes de la síntesi pre-biòtica, és tan plausible que se'ls hagi trobat com que tinguin una estructura simple, però el fet que també s'hagin detectat compostos cíclics biogènics, més complexos, les purines, pirimidines i pirrols, fa

condiderar si l'origen d'aquests materials és degut a una síntesi a la Fischer-Tropsch per les condicions de temperatura i pressió i existència de metalls que actuarien com a catalitzadors; ¿o bé ens trobem amb la possibilitat que aquests composts cíclics provinquin d'un procés fallit de biopoesi, d'uns àcids nucleics o pigments pirròlics procedents d'altres mons on la vida s'hagués desenvolupat d'una forma similar a la que tenim a la Terra? Com succeeix sovint, per cada resposta surten més qüestions, com ja fou expressat per Bernard Shaw:

“Quin és el destí de la ciència i dels científics! Per cada problema que resolen, tot seguit sorgeixen o s'inventen mil qüestions noves a respondre.”

Les anàlisis dutes a terme recentment, per vehicles espacials, del cometa Halley han confirmat



Mariner 10 que, juntament amb la sèrie de sondes Venera, ha donat molta informació sobre Venus.

les dades obtingudes per l'observació astronòmica de cometes anteriors. Es pot observar en la Taula IV una llista de les diferents espècies químiques detectades per diverses eines analítiques. Cal destacar la presència de les espècies potencialment biogèniques com ara el CN, CO, CS, HCN, CH<sub>3</sub>CN, NH<sub>2</sub>, i H<sub>2</sub>O i els metalls V, Mn, Fe com a catalitzadors de reaccions biogèniques i com a nuclis centrals de pigments biològics. D'aquests resultats deduí Oró la hipòtesi que els cometes podrien haver contribuït a l'origen de la vida a la Terra.<sup>10</sup> Per càlculs sobre la freqüència amb què els cometes han xocat amb la Terra, tot dipositant-hi materials gasosos i sòlids -especialment durant l'època prebiòtica-, devien haver afegit uns 10<sup>22</sup> grams de materials orgànics a la crosta terràquia, fent que una bona proporció del carboni existent a la Terra sigui d'origen cometari. No es tractaria d'un aspecte de panspèrmia còsmica el fet d'haver succeït aquest afegiment de materials de l'espai exterior, ja que no han estat detectats en meteorits vestigis que poguessin denotar la presència de microorganismes; les condicions per a l'origen de la vida no serien les més adequades com es presenten en l'ambient cometari. Es tractaria, doncs, de l'acreciment de materials orgànics d'estructura suficientment complexa que proveirien com un avenç, un impuls que acceleraria la formació de materials biogènics més complexos a la Terra ajudant així, potser, en forma decisiva el procés biopoètic. S'han fet estimacions del nombre possible

de cometes existents entorn del Sol, l'anomenat "anell d'Oort", situat molt enllà de l'òrbita de Plutó, que pot ser a 1 any-llum distant del Sol, en què se situarien uns 10<sup>9</sup> cometes que, ocasionalment atrets per la força gravitatòria del Sol, apareixen pel nostre sistema. És ben curiós que els cometes, que han estat considerats senyals de mal averany, podrien molt bé figurar com uns dels factors essencials per a l'origen de la vida al nostre planeta. La possibilitat que

■ Una bona proporció del carboni existent a la Terra és d'origen cometari

molècules interstel.lars -i en general tot compost existent o provinent de l'espai exterior- pugui donar lloc a materials biogènics, ha estat analitzada per Oró;<sup>7</sup> la relació entre algunes d'aquestes molècules i els productes potencials o propietats de reacció es troba resumida en la Taula V.

Es pot concloure afirmant que tant l'abundància com la gran diversitat de compostos orgànics arreu de l'univers té òbviament ressonàncies pel que fa a la possi-

bilitat d'un origen de materials biogènics, i d'aquí la primera cèl.lula i tota l'evolució biològica. Sembla com si la vida fos immanent a la presència de la matèria (o constituint un dels atributs d'ella) d'una forma similar com ho serien també la gravitació, el magnetisme, l'espai i el temps.

EL PROCÉS DE LA BIOPOESI I ELS SEUS LÍMITS

Tots els éssers vius són compostos essencialment de quatre tipus de macromolècules: àcids nucleics, proteïnes, polisacàrids i lípids. Els àcids nucleics són implicats en la transmissió de la informació genètica, i existeixen en tots els organismes i en la formació i seqüència de les proteïnes. El DNA (àcid desoxiribonucleic) forma part com a molècula d'informació en la síntesi de proteïnes; alguns dels RNA, però, no contenen informació genètica (RNA ribosòmic i RNA de transferència). El DNA és format per quatre àcids desoxiribonucleics que són els 5'-fosfats del carbohidrat desoxiribosa, lligats covalentment a la posició N-9 d'una purina o la N-3 d'una pirimidina. Les purines són l'adenina i la guanina, les pirimidines, la timina i la citosina. El RNA conté uracil en comptes de timina, mentre que el RNA de transferència mostra una diversitat de bases heterocíclics hipermodificades.

Les proteïnes són els components majoritaris dels animals i en menor proporció de les plantes, com també dels enzims, catalitzadors i reguladors de les funcions cel.lulars.

Tant els polisacàrids com els lípids actuen com a fonts d'energia cel.lular i també formen part de l'estructura dels éssers vius.

El fet que tots els organismes presentin les mateixes substàncies bàsiques, aminoàcids, purines, pirimidines i catalitzadors, indica la unitat dels materials biogènics i de l'origen d'aquests. Més important encara és el fenomen que la majoria de les seqüències estruc-

Taula VI. Creences i teories sobre l'origen de la vida (biopoesi)

<i>Creença o hipòtesi</i>	<i>Nombre de biopoesis</i>	<i>Característiques</i>	<i>Fons històric o cosmològic</i>
Creacionisme	1	Formació dels éssers vius per intervenció sobrenatural	Mitologies, religions (4.000-600 a.C.)
Generació espontània	∞	La vida, procés espontani i màgic, generalment a partir de la matèria en descomposició	Doctrines clàssiques i tesis modernes (600 a.C.-1865)
Panspèrnia còsmica	0	Vida com a immanent a la matèria, fenomen etern i universal. Transferència contínua d'espores arreu de l'univers (Anaxàgores, 490 a.C.; Richter, Pasteur, Arrhenius, Liebig, Orgel, Crick, Hoyle, s. XIX-XX)	Univers estable i etern; producció contínua d'hidrogen (Hoyle, 1950)
Evolució química	1	La vida originada a partir de la matèria inerta, per un procés inevitable en estadi a la Terra primitiva. (Darwin, Haldane, Oparin, Urey, Miller, Oró, s. XIX i XX)	Àtom primordial i expansió de l'univers (De Sitter, Lemaitre, 1925; Gamow, 1948), Univers inflacionari (Guth, Hawking, Starobinski, Gott (1978-...))

(Adaptat de N.W. Pirie)<sup>11</sup>

turals de les macromolècules i per damunt de tot, els patrons de les reaccions biològiques, (la fermentació anaeròbica, el cicle de Krebs, la biosíntesi dels àcids nucleics, la transcripció d'aquests últims, la síntesi de carbohidrats i lípids) són idèntiques en tots els éssers vius estudiats fins ara. Aquest fet suggereix un origen comú, tal com és expressat en la universalitat del codi genètic. En tot cas, la qüestió que sorgeix d'aquest fet és la del seu origen, cosa que ens duu a considerar les diferents possibilitats de la biopoesi, l'origen de la vida. En el cas particular de l'evolució química, el procés de biopoesi, és a dir, l'origen de la primera cèl.lula, es realitzà en un moment determinat i de forma única; si hagués sorgit la vida a diversos llocs, no es presentaria la unitat en composició i funcions dels éssers vius, manifestada en la universalitat esmentada del codi genètic.

De les diverses concepcions sobre l'origen de la vida (Taula VI)<sup>11</sup> n'excloem la doctrina creacionista per raons ben òbvies: la generació espontània en la seva forma clàssica fou completament enfonsada pels experiments de Pasteur. La panspèrnia còsmica tingué el

seu precedent clàssic en el filòsof eleàtic Anaxàgores, que introduí l'expressió "panspèrnia" indicant llavors pertot arreu, gèrmens que suraven per l'aire i eren arrossegats per la pluja i en dipositar-se en la terra produïen tota mena d'éssers vius. Una versió més moderna, proposada per Arrhenius al segle passat, sostenia l'existència de gèrmens per tot l'univers procedents de planetes, que s'escapaven empesos per la radiació lluminosa i que, dipositats en altres planetes, degueren propagar la vida per tot l'univers. Hi ha nombrosos factors que s'oposen a la plausibilitat d'aquesta teoria: l'enorme distància entre estels, la reduïda probabilitat d'existència d'altres planetes amb vida; les extremes temperatures a què serien exposats els gèrmens, ja sigui viatjant per l'espai, ja sigui entrant en una atmosfera oxidant a elevada velocitat. Hi ha qui suposa que els materials primigenis que originaren la vida a la Terra foren transportats per OVNIS; això depassa els límits de la ciència i entra en el de la ficció. Encara que l'home ja ha exercit el rol d'OVNI a causa d'haver trepitjat la Lluna i fet proves interpla-

netàries, donat l'ambient inhòspit tant de la Lluna com de Mart i Venus, no existeix la possibilitat que qualsevol germen que hi hagués pogut quedar iniciï el procés de biopoesi en aquests planetes.

Més recentment ha estat descrit un nou tipus de panspèrnia, l'anomenada "panspèrnia dirigida" de Crick i Orgel,<sup>12</sup> autors que proposen la construcció i llançament d'un vehicle espacial carregat de gèrmens de tota mena de la Terra i enviar-los a altres sistemes solars, amb l'esperança d'ensopegar amb algun cos planetari on pugui iniciar un procés similar al que devia originar la vida a la Terra. Cal notar les esmentades observacions i teoria de Hoyle<sup>8</sup> sobre la presència a l'espai intergalàctic de molècules biogèniques i microorganismes de tota mena; a alguns d'ells fins i tot els atribueix l'aparició periòdica d'epidèmies en penetrar a l'atmosfera de la Terra.

Abans d'entrar en la descripció de l'evolució química, cal considerar el plantejament del problema de l'origen de la vida a la Terra; per a això seran considerats els límits cronològics entre els quals es troba compresa la biopoesi: el superior de la Terra primitiva i l'inferior del pre-cambrià. ■

#### Alfred Giner-Sorolla

és professor del departament de Farmacologia en el College of Medicine, Universitat de South Florida, a Tampa (EUA)

*Aquest article és una comunicació presentada a la V Trobada sobre Recerca Experimental en Física i Química en el camp de la Ciència de Materials. Ha estat editada al Butlletí de les Societats Catalanes de Física, Química, Matemàtiques i Tecnologia, IEC, Barcelona, novembre 1989.*

*Les referències bibliogràfiques aniran a la segona part de l'article.*