

EN LA MORT D'ALEXANDER IVANOVITX OPARIN (1894-1980)

(ciència 2

setembre 1980) 35

A.I. Oparin a Barcelona el 1973

El 21 d'abril d'enguany moria a Moscou el bioquímic rus Alexander Ivanovitx Oparin. El nul o escàs ressò d'aquesta notícia als mitjans de comunicació de l'Estat espanyol contrasta amb la importància històrica de les seves contribucions científiques. Oparin fou el primer que formulà una hipòtesi fonamental sobre l'origen de la vida, en la qual s'afirmava que els éssers vius havien sorgit com a resultat de l'evolució de substàncies orgàniques. L'any 1973 Oparin vingué a terres catalanes i participà a Barcelona en la IV Conferència Internacional sobre l'origen de la vida, en què presentà una comunicació —que (ciència) publica en aquestes pàgines— sobre l'evolució dels protobionts (sistemes polimoleculars oberts, de gran complexitat estructural i funcional, a partir dels quals es desenvoluparen els primers éssers vius). Juntament amb aquest article, precedit del comunicat de la Societat Internacional per a l'Estudi de l'Origen de la Vida (ISSOL), que fa referència a la mort d'Oparin, (ciència) reproduceix també una entrevista amb el mateix Oparin feta pel nostre director, Joan Senent-Josa, i publicada a la revista "Triunfo" el 21 de juliol del 1973.



Comunicat de la societat internacional per a l'estudi de l'origen de la vida



És amb gran pesar que vàrem rebre la notícia de la mort de l'acadèmic Oparin, el 21 d'abril del 1980, després d'una breu malaltia. Els qui treballem en el camp de l'evolució química li devem més que a cap altre— les idees originals de les bases racionals per a l'estudi científic de l'origen de la vida, aparegudes per primera vegada el 1924 en el seu llibre *Proiskhozhdenie Zhizny*. La primera edició anglesa aparegué el 1938 i provocà un impacte profund en el món de la ciència. Alexander Ivanovitx va néixer a Uglich, URSS, el 1894. Estudià a la Universitat de Moscou i es graduà en ciències biològiques pel Presidium de l'Acadèmia de Ciències de l'URSS el 1934. Aviat esdevingué director de l'Institut de Bioquímica A.N. Bakh de l'Acadèmia de Ciències de l'URSS, càrrec que va desenvolupar fins al dia de la seva mort. Si bé

centrà el seu interès en l'estudi de la coacervació com a model de protocèl·lula, també prengué part en molts programes de recerca relacionats amb l'enzimologia, la bioquímica de les plantes i l'aplicació de la bioquímica a la problemàtica industrial. Els seus diversos llibres sobre l'origen de la vida ens mostren una progressiva visió d'aquest tema que comprèn un període de cinquanta anys.

Aquells qui el conegueren personalment saben que Sandro era un ésser humà d'un gran cor i simpatia. Cada un dels seus amics era quelcom "especial" per a ell. Al llarg dels anys sempre va conservar les seves amistats amb gran assiduitat. Amb motiu dels seus vuitanta anys i del cinquanta aniversari de la publicació del seu primer tractat, es reuniren a Moscou molts dels seus amics i admiradors. Novament el 1979 s'organitzà un simposi especial per commemorar el seu vuitanta-cinc aniversari.

Oferim de tot cor la nostra expressió de condol a la seva muller Nina Petrovna.

(Cyril Ponnampereuma)

Un esquema hipotètic de l'evolució dels protobionts



No vull presentar aquí cap esquema complet de l'evolució de les substàncies orgàniques que varen donar lloc a l'origen de la vida. Més aviat espero evitar els errors fets usualment pels autors d'aquests treballs.

El procés de biopoesi és sovint expressat en una cadena de fets on l'aparició d'una connexió obliga que es presenti la següent. Aquest concepte no permet la possibilitat d'un trencament en la cadena d'una seqüència invertida de successos; i un concepte d'aquesta mena és altament improbable. Requereix bé una combinació excepcionalment afortunada de les més rares probabilitats, o bé l'existència d'una espècie de planificació que prede termina el camí dels fets. Un pla així no pot ésser purament derivat dels potencials termodinàmics dels sistemes evolutius, perquè aquests potencials són molt grans, fins i tot en el cas d'una molècula orgànica.

Per tant, la possibilitat que el sistema A sofreixi un canvi per produir necessàriament el sistema B és molt minsa. Però atès que les probabilitats s'han de multiplicar més que sumar, qualsevol procés d'estadis múltiples (fins i tot el naixement dels substractes orgànics) sembla extremament improbable. Així, se sosté usualment que l'origen de la vida va ésser un succés molt poc comú, el qual es produí només una vegada per al període total d'existència del nostre planeta.

Al mateix temps, qualsevol transició d'un estadi de biopoesi cap al següent es connecta usualment amb l'increment dels nivells de complexitat i organització del sistema i, per tant, d'acord amb la segona llei de la termodinàmica, la síntesi sembla significativament menys probable que l'invers, el procés de descomposició. L'acció de la llum ultraviolada d'ona curta o qualsevol altra font d'energia actuant sobre les substàncies orgàniques dissoltes en l'oceà primitiu va crear un estat d'equilibri termodinàmic. Nombrosos càlculs han demostrat que sota aquestes condicions no pot aparèixer res de semblant a la "sopa primitiva", per tal com sota l'acció de la llum ultraviolada els processos de descomposició han de guanyar velocitat davant els de formació. Sobre la superfície terrestre un equilibri així no va existir mai i no podrà arribar a existir mai.

Basat en un gran nombre de dades geològiques, al seu llibre *L'origen de la vida per causes naturals*, el difunt professor M. G. Rutten descriu el panorama de la superfície de la Terra en el període geosinclinal més primitiu del cicle orogenètic del planeta. En aquesta època el balanç entre les zones molles i les seques era canviant, no únicament a la zona litoral, sinó a tot arreu.

L'aigua que impregnava la terra canviava contínuament de fase, i transferia les substàncies dissoltes dels llocs on es formaven cap als llocs on els compostos s'acumulaven i es concentraven. Per tant, encara que aquests compostos, com ara els aminoà-

cids, podien formar-se sota condicions molt diferents, les seves raons quantitatives, amb les altres substàncies orgàniques i la seva concentració, havien d'ésser totalment diferents en els diversos territoris biogènics de la superfície de la Terra. A certs llocs les substàncies orgàniques formades prèviament, en particular els aminoàcids i els seus polímers, havien de travessar barreres molt significatives de descomposició, mentre que a d'altres llocs podien participar en processos de polimerització i de complexificació. Però, fins i tot en els llocs on la descomposició era determinant, els seus mateixos productes podien participar en la formació de substàncies més complexes, mitjançant un canvi de condicions ambientals, i per tant podien ajudar a complicar més les estructures inicials, i formar sistemes multimoleculars. Així, al mateix temps, el procés de biopoesi tenia característiques molt diferents en les diverses àrees subvitals de la superfície de la Terra.

M. G. Rutten tenia raó en dir que l'origen de la vida no va tenir lloc només una vegada. Moltes vegades els avantpassats dels sistemes vivents —els protobionts i els organismes primitius que es desenvoluparen d'ells— naixien, es descomponien i reapareixien de nou a llocs diversos i en temps diferents. Per tant, d'acord amb el punt de vista de Rutten, l'organisme primitiu havia de coexistir durant un llarg període (potser milions d'anys) amb els sistemes que representaven estadis més primitius de biopoesi, nascuts dins d'altres àrees subvitals. Certament, aquest concepte de la formació múltiple dels sistemes vitals deixa completament fora de lloc la hipòtesi del caràcter purament accidental de l'origen de la vida.

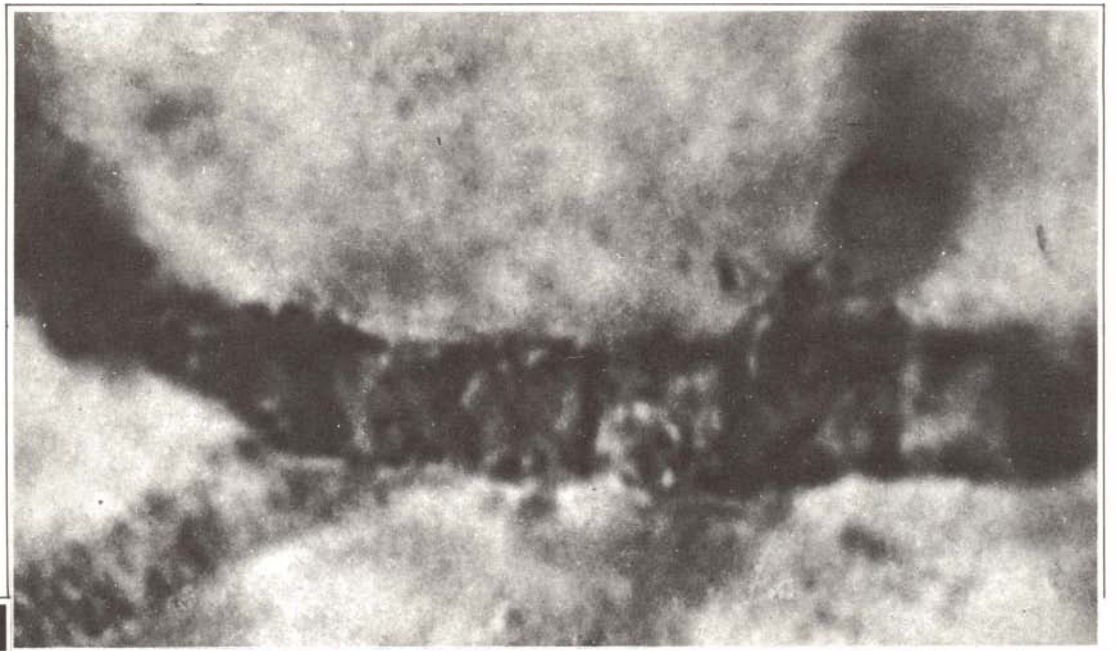
El concepte del caràcter múltiple de l'origen de la vida és especialment important per a entendre la transició de l'evolució química a la biològica.

El fet que hi hagi múltiples fases i el fet que se separin d'una solució homogènia (normalment, aigua) sistemes multimoleculars individuals, isolats del medi per una superfície ben definida, és extremament comú a la natura. Pot ésser observat experimentalment al laboratori, especialment en els treballs relacionats amb substàncies orgàniques d'alt pes molecular.

Els experiments realitzats amb sistemes de fases separades, particularment gotes coacervades, que s'isolen de la dissolució aquosa de polímers orgànics variats, han demostrat que els sistemes d'aquest tipus són capaços de prendre diferents compostos rics en energia de la dissolució que els envolta, i, mitjançant això, creixen en volum i massa. La velocitat de creixement està determinada per l'estructura química i espacial de cada gota; per tant, dues classes diferents de gotes es comporten d'una manera diferent, encara que ambdues siguin dins d'un mateix dissolvent.

Algunes creixen ràpidament, i el creixement d'altres es retarda, per certes gotes, fins al punt de descomposició. Així, els expe-

Micrografia de fòssil conservat en la formació de Gunflint, llac superior (Canadà), augmentat 4.200 vegades, d'uns tres mil milions d'anys d'antiguitat.



(ciència 2

riments d'aquests tipus demostren la possibilitat que es produís una selecció, una solució natural molt primitiva de les gotes de coacervat, dependent de la interacció d'aquests sistemes amb l'entorn. Sense cap dubte, l'isolament dels sistemes de fase separada de la dissolució aquosa de polímers formats abiogènicament va donar-se a escala grandiosa i va tenir lloc moltes vegades sobre la superfície de la Terra sense vida.

Els sistemes multimoleculars oberts formats així variaren molt en llur composició química i en llur conformació espacial. Molts d'ells es descompongueren i no tornaren a existir mai més, però aquells l'estructura dels quals els permetia una estabilitat dinàmica, varen créixer en volum i massa. Per tant, sotmesos a l'acció de forces mecàniques exteriors, varen poder, fins i tot, dividir-se i fins produir sistemes de segona generació. Aquí, a la transició cap a l'evolució biològica, la selecció natural primitiva dels avantpassats dels organismes vius, els protobionts, pogueren aparèixer (en la seva interpretació darwiniana, com a supervivència dels més aptes.

El manteniment d'una estructura i una composició constants per cada protobiont individual (o del sistema de segona generació aparegut després d'una divisió) pot fonamentar-se en aquest moment només sobre principis dinàmics. Depengué només d'un flux permanent entre el material de construcció i els catalitzadors del medi ambient, així com del caràcter invariable de les reaccions químiques que succeïen en el sistema i de les combinacions d'aquestes reaccions.

Qualsevol canvi de l'organització espacial o dinàmica dels protobionts estava sota un control ambiental permanent. Un control així jugà una paper decisiu en aquest estadi de desenvolupament. Portà a la descomposició d'innombrables sistemes si llur estructura no podia assegurar llur preservació i creixement en condicions ambientals canviants o fixes.

Certament en un canvi evolutiu d'aquesta mena, el camí de proves i errors era molt imperfecte. L'avenç del progrés basat en això era molt lent, va tenir molts fracassos i errors, i va retornar cap a les formes inicials d'organització. Però aquest procés pot donar-se com a vàlid en el moment de caracteritzar una propietat fonamental dels éssers vius: l'organització "cap a una fita concreta". Per aquests tipus d'organització jo entenc l'adequació perfecta del sistema viu, com un tot, per existir sotmès a unes condicions d'ambient donades i, a més, l'adaptabilitat de les seves parts (polímers i complexos moleculars) per aconseguir la plenitud de les funcions per a mantenir el sistema. A la literatura científica s'expressa l'opinió que els sistemes vivents primitius pogueren sorgir només després que foren **formats dins la hidrosfera els àcids nucleics i les proteïnes** amb una estructura interna organitzada i amb unes funcions específiques. Es diu que l'autoacoblament d'aquestes molècules pot portar a la formació dels organismes primitius, tal com una màquina es construeix amb peces preparades abans. Però en

l'exemple anterior els petits mecanismes havien d'ésser manufacturats segons un pla o un motlle preparat d'antuvi. Respecte a l'origen de la vida no podem parlar d'un pla d'aquest tipus. Per tant, no és gens clar com dins la "sopa primitiva" es varen poder generar els àcids nucleics i les proteïnes primitives, l'estructura dels quals no era ni definitiva ni perfecta, però, ben adaptada a les funcions que aquestes molècules podrien portar a terme en els sistemes vius, es podien formar fora d'ells i generar-se dins la "sopa primitiva".

Avui sabem que fins i tot sota les condicions abiogèniques primitives poden formar-se polipeptids amb una certa estructura inframolecular, així és amb la seqüència de residus adequada. Aquesta estructura pot causar l'activitat enzimàtica d'aquests compostos en certs casos. Però aquesta activitat no hi ha cap raó que tingui algun propòsit, ja que no té cap significat per a la molècula proteica. La molècula pot adquirir la seva utilitat només quan actua com una part del sistema integral del protobiont i només quan la reacció catalitzada per la proteïna juga un paper important en el metabolisme del protobiont, és a dir, quan provoca una estabilitat dinàmica i un creixement ràpid del sistema com un tot.

Des del punt de vista evolutiu, aquests protobionts reberen privilegis excepcionalment importants. A més dels polímers proteïnoids construïts amb un "propòsit", els polinucleòtids són capaços de replicació molecular, i asseguren una transferència perfecta de les propietats a les generacions següents. L'adequació perfecta de l'estructura intramolecular de les proteïnes i els àcids nucleics a les seves funcions va incrementar-se durant el curs de l'evolució sobre una base de selecció natural. No hi havia, però, ni polinucleòtids capaços de replicació, ni proteïnes formades sota la seva influència que passessin a través de la selecció natural, sinó que tenien un metabolisme força perfecte que corresponia o no a l'ambient.

L'aparició dels àcids nucleics i el desenvolupament de les seves relacions de codificació amb les proteïnes portà a un increment significatiu de l'estabilitat dels protobionts i els organismes primitius. Però la seva descomposició no pot excloure's fins i tot en aquest estadi. Què va passar amb els productes d'una descomposició tal durant els diversos estadis de l'evolució biològica? És possible que de nou evolucionaren cap a processos d'autoacoblament i després donaren lloc a nous sistemes com el que havien format en els primers moments de l'evolució. O bé pogueren ésser descomposts espontàniament sota la influència de factors inorgànics per formar compostos més simples, o bé varen ésser assimilats per protobionts o organismes més perfectes.

Cal tenir en compte que ara, però, un autoacoblament d'aquest tipus tindria lloc a un nivell més alt, ja que durant l'evolució de sistemes semblants els components participants han adquirit una estructura "dirigida" cap a una funció. Aquesta circumstància

ens fa entreveure novament els problemes de l'origen en el passat, dels virus i el microplasma, del parasitisme i la simbiosi. Encara més, han sorgit algunes indicacions sobre la possibilitat de processos similars fins i tot en els temps presents.

A. I. Oparin

(Traducció: Ramon Carbó)

Materials de lectura.

- John D. Bernal: *El origen de la vida*. Barcelona, Ed. Destino, 1976 *El origen de la vida. Symposium conmemorativo en homenaje a Alexander Ivanovich Oparin*. (Antonio Lazcano-Araujo, Alfredo Barrera, editors.) Mèxic, Universidad Nacional Autónoma de México, 1978.
- Antonio Lazcano-Araujo: *El origen de la vida. Evolución química y evolución orgánica*. Mèxic, Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUES), 1977.
- M. Florkin (editor): *L'origine de la vie. Quelques aspects du probleme*. Paris, Gauthier-Villars, éditeur, 1962.
- A. I. Oparin: *El origen de la vida* (diverses edicions).
- A. I. Oparin: *Origen de la vida sobre la Tierra*. Madrid, Editorial Tecnos, 1970.

Alexander Ivanovitx Oparin (Uglich/Rússia) 1894-1980) fou des del 1920 professor de la Universitat de Moscou. L'any 1922 presentà, per primer cop a la història, una hipòtesi sobre l'origen de la vida que afirmava que els organismes havien sorgit com a resultat de l'evolució de substàncies orgàniques. Aquesta hipòtesi canvià radicalment l'enfocament dels estudis sobre l'origen de la vida i obrí un nou camp de recerca avui conreat per multitud d'investigadors arreu del món. Oparin fou el fundador l'any 1935, juntament amb A.N. Bach, de l'Institut de Bioquímica de la URSS, depenent de l'Acadèmia de Ciències, de la qual fou membre des del 1939. Fou, a més, membre corresponent de nombroses societats científiques de tot el món. Presidí la Unió Internacional de Bioquímica i la Societat Internacional per a l'Estudi de l'Origen de la Vida (ISSOL). D'entre les seves obres destaquem: *L'origen de la vida* (1924) (traduïda al castellà en nombroses ocasions); *Origen de la vida sobre la Tierra* (1936),



El problema de l'origen de la vida ha estat des de sempre al centre de la lluita entre filosofies irreconciliables, l'idealisme i el materialisme. Com es planteja actualment aquesta qüestió?

Avui, la diferència fonamental entre les representacions idealista i materialista és la següent: Per als idealistes, la vida ha sorgit segons un pla no material, diví, o bé segons un pla d'una "força vital", és a dir, el fenomen de l'origen de la vida és, per a ells, determinat per un principi espiritual, no material, principi que estableix aquest pla segons el qual s'ha desenvolupat la vida.

Sota el punt de vista materialista aquest pla no existeix. Tot ha succeït sense un pla preestablert, mitjançant un desenvolupament natural, de la mateixa manera com ha sorgit el sistema solar i la Terra. Actualment, aquesta és la línia de demarcació fonamental entre materialisme i idealisme.

És perfectament possible, sobre una base únicament materialista, d'explicar la successió dels esdeveniments sobre l'origen de la vida sense recórrer a cap principi extern, espiritual, que dirigís aquest procés.

Concretament, jo mateix i altres científics hem demostrat de quina manera forces únicament materials, que podem comprovar experimentalment, han donat lloc a l'origen de la vida. Al contrari, si recorreguéssim a la idea que aquest procés ha tingut lloc a partir de forces no materials, transcendents, podríem explicar el que volguéssim, en lloc de comprendre el fenomen segons una llei exclusivament material.

Vós vàreu exposar per primera vegada, el 1922, la idea de la possibilitat de la síntesi primària dels compostos orgànics més elementals al nostre planeta i que l'evolució d'aquestes substàncies havia portat a la formació de compostos proteics i finalment, de sistemes coloidals susceptibles d'experimentar un perfeccionament progressiu de la seva organització interna, gràcies a la selecció natu-