

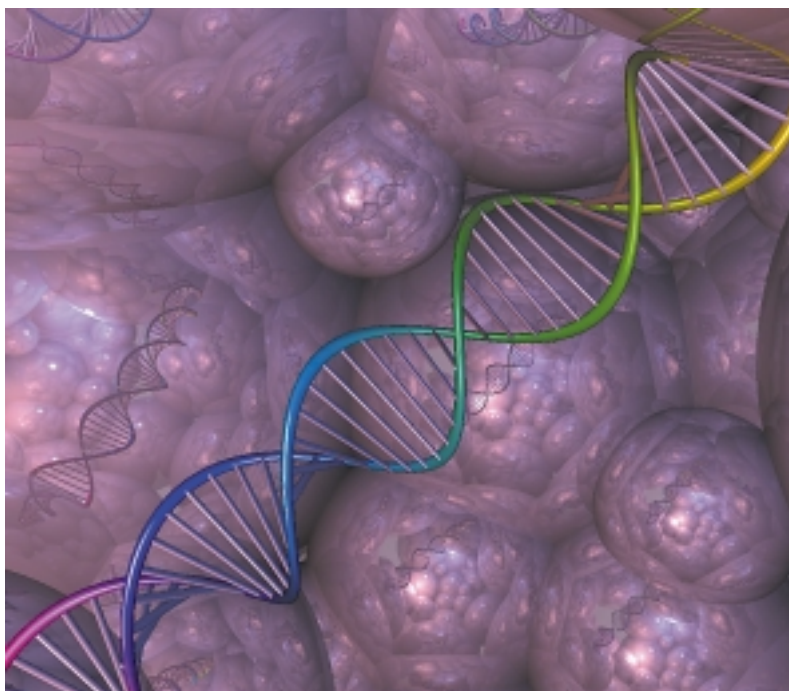


Biziaren sorrera berriro sortzen?

Pedro Ruiz-Mirazo

Fisikan doktorea

Oso gai gutxi dira giza adimenarentzat biziaren sorrera bezain erakargarri eta zirraragarriak. Eta, azkenaldian, oso aro zorionekoa ari gara bizitzen, XX. mendeak erabateko iraultza ekarri baitu aspaldiko auzi hau formulatzeko zein ulertzeko eran. Artikulu honek auziaren gaur egungo egoera zein den irudikatzea eta oihartzun handieneko tesiak azaltzea du helburu.



ARTXIBOKOA

BIZIAREN SORKUNTZAREN PROBLEMARI metodo zientifiko zorrotzez heltzea ahalbidetu digu ikertzaile askoren lanak. Horien artean daude Oparin, Haldane, Bernal, Miller, Fox... eta baita Darwin eta Pasteur aitzindariak ere. Haiei esker, gaur badago gai honetan propio diharduen ikerketa-eremu bat. Gainera, badirudi mende berrirako trantsizioak aldaketa-haizea dakarkigula. Abiapuntu ezberdinetatik, problematikaren azterketa sakona ari dira egiten hainbat zientzialari, eta baliteke azken hamarkadetan nagusitutako paradigmen zutarrietako batzuk eroraraztea.

Oinarrizko molekulen eta prozesuen bila

Biziaren sorkuntzaren auzian, zientziaren helburua ondorengoa izan da tradizionalki: ezagutzen ditugun sistema biologiko guztien oinarrizko osagaiak sintetizatze bitartekari liratekeen erreakzio kimikoak bilatzea, kondizio ustez aurrebiotikoetan. Bilatze honetan, bi saiakuntza ezberdin ditzakegu: bata oinarrizko biomolekulen sintesia, alegia, bizidunak eraikitze oinarrizko 'adreiluen' sintesia –aminoazidoak, nukleotidoak, lipidoak, monosakaridoak...–; bestea polimerizazio-prozesuena, hots, aurrekoekin organismo baten osagai makromolekularrak –proteinak, azido nukleikoak, mintza...– sortuko litzeketen sintesia.

Hala, Miller-en esperimantu ospetsua, jatorrizko Lurrari eta atmosferari zegozkien kondizio kimiko inerteetatik abiatuta aminoazidoak sortu zituenekoa, lehenengo sintesi-motari dagokio. Aldiz, Fox-en esperimantu ezagunenak bigarren motari dagozkie, aminoazidoen elkartze-prozesu baten bitartez 'proteinoide' izeneko zenbait agregatu molekular sortzea lortu baitzuen.

Azken bost hamarkadetan, mota bateko zein besteko ezin konta ahala saiakuntza egin dira, baldintza esperimental oso ezberdinetan, eta emaitza benetan bikainak eman dituzte. Aipamen berezia merezi du adeninaren sintesiak, Joan Oró ikertzaile katalanak lortua. Hala ere, aurrerapausoak ez

dira espero bezain handiak izan, eta planteamendu hori agortuta dagoela dirudi.

Izan ere, bizidunentzat funtsezkoak diren osagai molekular gehienak ezin izan dira sortu bide esperimental horri jarraituz. Zailtasun handiak, edo behar-bada gaindiezinak, daude horrelako molekula organiko konplexuak isolaturik sortzeko, sintesi exogeno baten bitartez. Eta sortu izan direnean, sarri, kondizio esperimental baztertzaila gertatu da, beren artean bateraezinak diren kondizioetan, alegia.

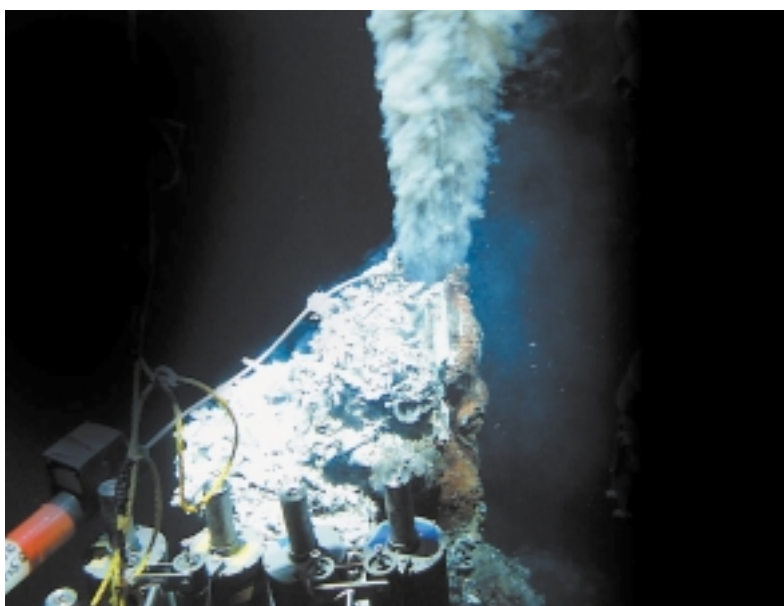
Horretaz gain, badira beste zenbait arazo, adibidez, gezur-iturako hipotesiak hartzea kontuan esperimentuetan; esate baterako, jatorrizko atmosfera oso erreduzitzailea izatea, Miller-en esperimentuan bezala. Beraz, auzia oraindik ebatzi gabe dago.

Proposamen berriak

Azkenaldian, ordea, beste alternatiba interesgarri batzuk ari dira agertzen (oso berrikuspen egokia irakurtzeko, ikus: [Fry 2000]). Horietako bat bizia urpeko tximinien edo fumarolen inguruan has zitekeela defendatzen duen hipotesia dugu.



NASA
Millerrek aminoazidoak sortu zituen jatorrizko Lurrari eta atmosferari gezozkien kondizio kimiko inerteetatik abiatuta.



ARTXIBOKOA

Urpeko fumarola bat.

Teoria horren arabera [Wächtershäuser 1988; 1997], bizia tenperatura eta presio altuko kondizioetan sortu zen. Eta, are garrantzitsuago, bide aurrebiotiko hura sare kimiko kolektiboekin hasi zen, osagai organikoen etengabeko ekoizpena mantentzeko gauza ziren sistemekin.

“biziaren sorkuntzaren problemari metodo zientifiko zorrotzez heltzea ahalbidetu digu ikertzaile askoren lanak”

Ekoizpena gainazal mineraletan hedatu zen (ustez, piritazko gainazaletan), burdina eta sulfuroak nagusi ziren balizko ingurune batean. Oso ideia erakargarria da ikuspegi teorikotik, baina oraindik sendotze esperimentalak falta zaio. Lurrean ezagutzen ditugun organismo metaboliko sinpleenekiko lotura zuzenagoa edo naturalagoa ere falta zaio.

Beste teoria erakargarri bat metabolismo zelular minimoarena da [Morowitz et al. 1988; Morowitz 1999]. Tesi horrek proposatzen duen ibilbidea molekula nahiko sinplez osaturiko sistema zelularrekin hasten da. Sistema horiek gai

lirateke inguruko energia (argiarena edo kimikoa) hartu eta bere baliabideetara eraldatzeko. Hala, dinamika zelular protometabolikoa sortuko litzateke. Sistemak berez irauteko gauza litzateke, oinarritzko nolabaiteko ekoizpen-dinamika era autonomoan mantenduko lukete eta, gainera, hazteko eta birsortzeko gai litzateke.

Beste proposamen interesgarri batzuk ere badaude, baina, bibliografia espezializatua aztertuz gero, horiek biak dira, beharbada, aipagarrienak. Edozein modutan, ukaezina da aldaketagaraian gaudela, eta gero eta zientzialari gehiago daudela ohiko paradigma gainditzearen alde.

Biomolekulen sorrera exogenoak, isolaturik nahiz paraleloki planteatuta, ez du ia etorkizunik, ezta horren atzean dagoen salda aurrebiotikoaren tesiak ere. Salda aurrebiotiko horretan beharrezkoa da materia organiko guztia aske, disoluzioan eta erabiltzeko prest zegoela suposatzea. Hipotesi polita bada ere, gero eta argiago dago egoera hori idealizazio hutsa dela.

Sistema autoekoizlea

Orain arte, bizidunen ezaugarri molekularren analisiak gehiegi baldintzatu ditu biologiaren interpretazioa eta bideak. Horren eraginez, zientzialari askok pentsatu du naturan ezin dela

TRUK EUSKAL MAKILAK



**EUSKAL
MAKILAK**

GAZTAINONDO
MAKILA

149 €

MIZPIRONDO
MAKILA

185 €

Leitu!



360 IZANGA ETXAN GUTU BARRU
ZURE ETXEAN

TRUK

902 45 12 12

3,69 €

jokabide biologikorik sortu, ez badira egungo bizidunen osagaien baliokide molekularrak sortzen. Eta, hain zuzen, hor dago koska!

Aitzitik, askoz onargarriagoa eta koherentea da beste egoera bat planteatzea. Protagonistak nolabaiteko antolaketa autoekoizlea duten sistemak lirateke; ezagunak ditugun metabolismo sofisticatuak baino lehenagoak, baina gaur egungo biomolekulen aitzindari antzinakoez ere osaturiko protometabolismoak lirateke, alegia.

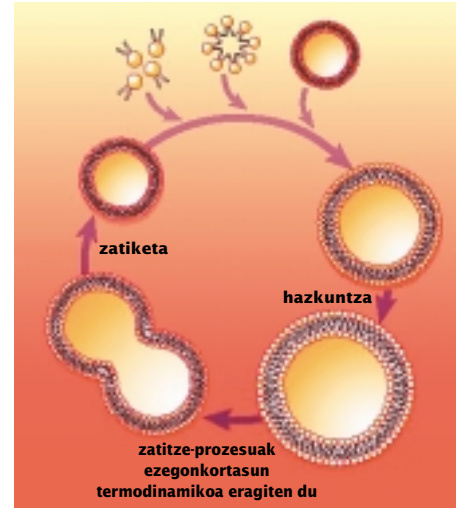
*“azkenaldian,
ordea, beste
alternatiba
interesgarri
batzuk ari dira
agertzen”*

Izan ere, gaur egungo biomolekulen konplexutasunak eta interdependenziak pentsarazten digute haien sintesia ezin dela zenbait prozesu kimiko libre eta sinpleren fruitu izan. Beste kondizio batzuetan gertatu behar zuten; hain zuzen, jada funtzionalki elkarri lotuta zeuden osagaien sistema baten ingurunean. Hartara, oinarriko zenbait arazo konpondurik leudeke, besteak beste, osagaien kontzentrazioaren kontrola edo kanpoko baliabide



ARTXIBOKOA

Oparinen salda aurrebiotikoaren tesia oso zalantzan jarri da gaur egun.



Sistema zelular minimoen eskema.

energetikoak baliatzeko modua. Ez dago aukera sinpleagorik dinamika autoekoizlearen iraupena bermatzeko.

Bestela esanda, organismo bizidunetara garamatzen ibilbidea zenbait urratsen segida gisa planteatu beharko genuke: abiapuntuan molekula organiko aski sinpleekin osatutako sistema autoekoizleak leudeke. Sistema horiek osagai berriak eta apur bat konplexuagoak sortzeko ahalmena lukete, eta konplexutasun molekularra nolabaik areagotzeak sistemaren antolaketa-maila areagotzea ekarriko luke. Horrek, berriz, konplexueagoak diren osagaien sintesia sorraraziko luke, eta horiek sistemaren antolaketan geroz eta erlazio funtzional konplexuagoak sortzea ahalbidetuko lukete.

la ezinezkoa dirudi bizitzarako giltzari diren molekula sofisticatuak sintetizatu ahal izatea osagaien ekoizpen-aparatu autonomoa duten sistemetatik kanpo, bereziki, proteinak edo azido nukleikoak bezalako polimeroak. Hortaz, hipotesi gertagarriena honakoa da: RNAren, DNAren edo entzimen moduko molekula organiko konplexuak baino askoz lehenago protometabolismo zelularrak sortu izana. Morowitz-en esaldi batez baliatuz, biziaren sorkuntzaren prozesuan, energetika genetika baino lehenago dator. Beraz, mundu fisiko-kimiko inerte batetik abiatuta, mundu biologikoa ezin da hastapenetik konplexutasun molekular handia duten modeloen

gainean eraiki. Eta, hain zuzen, horrela-koak dira 70eko hamarkadatik hain ezagunak diren 'RNAREN munduko' modelo tipikoak.

Eskema alternatibo honen ikuspegitik, egoera aurrebiotikorako urratsen segida egokiena honako hau izango litzateke (ikus koadroa):

- 1) Oreka termodinamikotik aldenduta leudekeen kondizioetan, sare kimiko automatenduak eratzea, hau da, konposatu organiko sinpleen ekoizpen-sareak eratzea, ziur asko gainazal katalizatzaileen gainean.
- 2) Protometabolismo zelularrak osatzea. Horiek sistema auto-ekoizle minimoak lirateke: erreakzio kimiko eta garraio-prozesu erraz samarrei esker, beren inguruan bide energetiko-materialak era autonomoan baliatzea sortuko lukete.

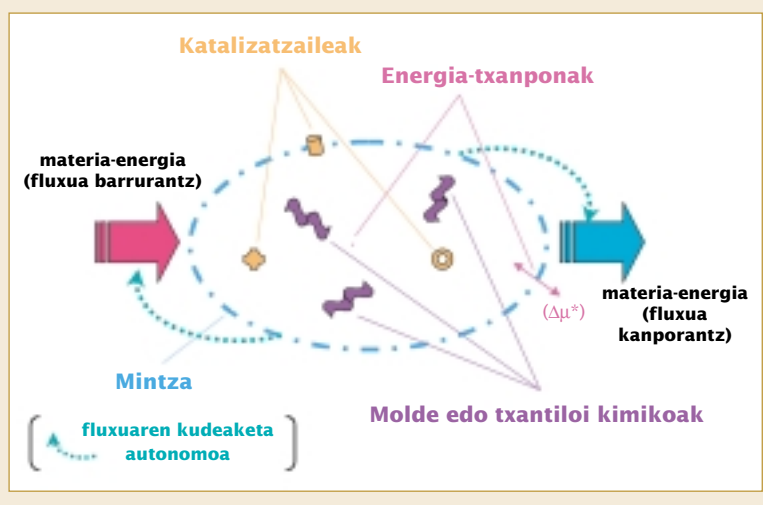
“biziaren sorkuntzaren problema eta biziaren definizioa estuki lotuta daude”

- 3) Erreplikatzeko gaitasuna luketen osagai funtzional konplexuak agertzea, RNA edo horren modukoak esaterako. Haiek, funtzio katalitikoak burutzeko aukera berriak sortzeaz gain, sistemaren ugalketa globalean fidagarritasun handiagoa ahalbidetuko lukete molde bidezko kopiaren bitartez, baita belaunaldi batetik bestera propietateak transmititzea ere.
- 4) Bi osagai funtzional mota ezberdin garatzea. Batzuk sistemaren propietateak epe luzera gordetzeko garrantzizkoa den informazioaren bilketan eta transmisio fidagarrian espezializatuta leudeke (DNA). Beste batzuek modu dinamikoago batean egingo lukete lan, eta beren inguruan gaitasun

Sistema biologiko baten funtsezko osagaiak

Edozein izaki bizik zenbait osagai molekular berezi eta interdependienteren elkarrekin-tza behar du. Osagai horien artean, hauek ditugu ezinbesteko:

- a) **Mintza.** Muga aktiboa eta selektiboa, kapsula itxia baina erdiragazkorra, sistemaren barrualdea eta kanpoaldea kimikoki bereizteko beharrezkoa, baita osagaien kontzentrazioak kontrolpean izateko eta ingurunearekiko energia-akoplamendua eratzeke ere.
- b) **Katalizatzaile**-sorta bat. Horien bitartez, sistemak prozesu metabolikoen erreakzio-abiadurak kontrolatzen eta koordinatzen ditu, eta betebeharrak kimiko espezializatuak burutzen ditu, hala nola, substantzien garraio aktiboa, osagaien berrikuntza/konponketa molekularra, komunikazio kimikoa...
- c) **Energia-txanponak**, hau da, bitartekari energetikoak, bai kimikoak (ATP-antzekoak), bai kimiosmotikoak (substantzia batzuen kontzentrazio-gradienteak: kanpoko eta barruko potentzial elektrokimikoko diferentziak; normalean ioienak: H^+ , Na^+ , ...). Horiei esker, prozesuen arteko akoplamenduetan, energiaren transformazioa eta kudeaketa eraginkorrak izatea lortzen du sistemak, bere baliabideak ondo aprobetxatuz.
- d) **Molde edo txantilo kimikoak:** osagai genetikoak. Sistemaren metabolismoari dago-kion informazio baliagarria biltzea eta fitxatzea ahalbidetzen dute, eta, gainera, horiei esker bizidunak gai dira informazio hori hurrengo belaunaldietara pasatzeko. Katalizatzaileen laguntza behar duten arren, aldi berean horien sintesia kontrolatzen dute; beraz, elkarren arteko lotura oso estua da.



metabolikoak —hala nola katalisi espezifikokoak— hedatzen espezializatuta leudeke (entzimak). Katalisi espezifikoen hedapena beharrezkoa litzateke (polipeptidoak edo antzeko makromolekulak ekoizita) antzinako (proto)metabolismotik bizirik zegokeen metabolismo batera pasatzeko. Eta pa honetan kokatu beharko genuke kode genetikoaren jatorria, osagai-mota bakoitza bestearen itzulpen kimikorako kodea baita.

Laburbilduz, Oparinek bere garaian esan zuen moduan, biziaren sorkuntzaren problema eta biziaren definizioa

estuki lotuta daude. Eta bizia ezin uler daiteke hainbat osagai molekularren multzo soil gisa, baizik eta osagai horien transformazio- eta berriztapen-prozesu etengabe baten modura. Hortaz, gaitza izango da auzia erabat ebaztea, ez bada banakoen propietateak (molekularrak) eta kolektiboak (sistemenak) kontuan hartzen dituen marko bat eraikitzen; egitura eta funtzioa, objektua eta prozesua integratzen dituen markoa, alegia. □

Informazio gehiago:

<http://science.uniserve.edu.au/school/curric/stage6/ees/pearth.html#ivcells>
<http://ajdubre.tripod.com/Sci-Read-0/y-OriginLife-82500/OriginLifeSci-82500.html>
<http://www.windowview.org/science/04chem.origin.html>
http://www.resa.net/nasa/links_origins_life.htm

ERREFERENTZIAK
 FRY, I.
The emergence of life on Earth: A historical and scientific overview. Rutgers Univ. Press, London (2000).

MOROWITZ, H. J., HEINZ, B. & DEAMER, D. W.
 "The chemical logic of a minimum protocell". *Origins of Life & Evolution of the Biosphere* 18, 281-287 (1988).

MOROWITZ, H. J.
 "A theory of biochemical organization, metabolic pathways, and evolution". *Complexity* 4(6), 39-53 (1999).

WÄCHTERSÄUSER, W.
 "Before enzymes and templates: Theory of surface metabolism". *Microbiological Reviews* 52, 452-484 (1988).

WÄCHTERSÄUSER, W.
 "The origin of life and its methodological challenge". *Journal of Theoretical Biology* 187, 483-494 (1997).