



RICARDO AMILS

Investigador del Centre d'Astrobiologia del CSIC, associat a la NASA

«SI EN UN PLANETA HI HA AIGUA, LA POSSIBILITAT QUE HI HAJA VIDA ÉS MOLT GRAN»

Felip Pineda

Quan s'escolta una expressió amb tanta càrrega poètica com «els límits de la vida», és molt probable que l'última cosa que a un li passe pel cap siguin els microorganismes que viuen a les profunditats del llac Vostok (Antàrtida) o a les àcides aigües del riu Tinto (Huelva). No obstant això, l'extremofília estableix que aquests són els confins de l'existència, les fronteres de la biologia. Ricardo Amils, catedràtic de Microbiologia de la Universitat Autònoma de Madrid especialitzat en aquest camp d'investigació, parla amb passió sobre els extremòfils, organismes extraordinaris que són capaços de suportar condicions ambientals que serien letals per als humans –i per a la majoria d'éssers vius que coneixem–. L'estudi d'aquestes condicions és fonamental per a l'astrobiologia, ja que ens pot ajudar a entendre com podria ser la vida en altres planetes. Aprofitant la visita del professor Amils a València amb motiu de la seua participació en l'homenatge a Lynn Margulis que va celebrar l'Octubre Centre de Cultura Contemporània, hi vam mantenir una conversa sobre totes aquestes qüestions.

Sé que li han fet aquesta pregunta moltes vegades i no pot donar una resposta definitiva, però val la pena intentar-ho una vegada més. Què és la vida?

Podem distingir el que coneixem com a éssers vius, les seues propietats, però de moment se'ns escapa la definició del que és la vida. Ments privilegiades com Lynn Margulis van intentar definir-la i van haver de reconèixer que se'ns escapa l'aspecte fonamental de la biologia. És un paradigma curiós perquè estudiem biologia, intentem aprofundir-hi, però l'objecte d'estudi no el sabem definir.

Al seu parer serem capaços d'aconseguir-ho?

Com a científic m'agradaria que algun dia alguna ment privilegiada fóra capaç de fer-ho, però no crec que siga

fàcil. És una cosa tan subtil... Els genètics donen la seua definició, els biofísics la seua... Qualsevol biòleg podrà descriure propietats dels éssers vius, però saber quina és l'essència de tot això, sospite que de moment no. Tant de bo s'aconsegueixa. Ho celebrarem perquè a més ho necessitem.

Des del punt de vista biològic, hi ha matisos entre la vida i la mort?

En microbiologia, que és el meu camp, la mort no existeix perquè els organismes es clonen contínuament. La mort, segons deia Lynn Margulis, es va inventar quan es van desenvolupar els sistemes eucariotes complexos, en els quals hi ha cèl·lules especialitzades dedicades a servir la part genètica i a procrear, i n'hi ha que són al servei del sistema. Aquesta part mor. La frase poètica de Lynn, i també l'he sentida a altres, és que el dia que es va inventar l'amor, l'aparellament entre cèl·lules, es va inventar la mort. Això és una definició poètica més que no una altra cosa, però em sembla interessant.

«ESTÀ ACCEPTAT DES DEL PUNT DE VISTA ESTADÍSTIC QUE DEU EXISTIR LA VIDA FORA DEL PLANETA BLAU. L'ASTROBIOLOGIA INTENTA DEMOSTRAR-HO CIENTÍFICAMENT»

Li ho preguntava en referència als virus.

Els virus són, igual com la definició de vida, un problema seriós. Tots som conscients que són importants. A més, avui dia hi ha metodologies per a poder precisar-ne molt més la quantitat. En el meu camp, l'últim que s'ha descobert és que hi ha molts més virus en els ambients extrems que no en els ambients normals. Això ens vol dir alguna cosa que jo no sé interpretar. De totes les definicions que hi ha del que és un ésser viu, els virus no en conformen moltes, sobretot perquè no poden reproduir-se. Necessiten un hoste. Però no hi ha cap dubte que són part fonamental de la biologia i hi ha la possibilitat que foren importants en els primers temps de l'evolució. Des del punt de vista genètic sorprèn el seu bon disseny. L'estructura dels virus és una exquisidesa.



QÜESTIONARI PROUST

La seua virtut: La humilitat.

Les qualitat que prefereix en un home: Generositat.

Les qualitat que prefereix en una dona: M'hi ratifico, generositat.

Què és allò que més li agrada fer? Ciència, no sé fer una altra cosa.

La característica que el defineix: Sóc un poc obsessiu.

La seua idea de felicitat: Que ens comportem tots bé i que tinguem la festa en pau.

La seua idea de desgràcia: L'egoisme, que siguem egoistes.

El seu color: Groc, no he sabut mai per què.

La seua flor favorita: Flor, per consistència, les margarides.

Si no fóra vostè, qui seria? Em costa imaginar-m'ho perquè sóc tan monodireccional... En la meua trajectòria de joventut jo mai no m'hauria pensat que seria científic. Llavors em podria haver dedicat a altres coses que m'interessaven, com la música o la literatura. Però m'hi he decantat i mai no m'he fet arrere.

On li agradaria viure? M'agrada Madrid. És cosmopolita.

Els seus autors favorits de prosa: Samuel Beckett és el meu ídol de joventut i continua sent-ho de senectut [riu].

Els seus poetes favorits: En tinc una llista gran. N'acabe de veure en el periòdic un que m'agrada molt:

Huidobro, xilè. Però, vaja, que n'hi ha altres. No sóc molt específic en poesia.

Els seus pintors i compositors favorits: El meu pintor predilecte és Dalí, *by all means*. Compositor... Satie, m'agrada.

Els seus herois en la vida real: La gent normal i que fa el que ha de fer.

Les seues heroïnes en la vida real: El mateix.

Els seus herois de ficció: Tinc ben poca traça per a aquesta mena de coses. No em decantaria per cap.

Les seues heroïnes de ficció: Barbarella. M'agradava Barbarella perquè era molt guapa. Però només per estètica, no per res més.

El seu menjar i la seua beguda favorites: M'agrada molt el cuscús i beure un bon vi.

Els seus noms favorits: Olivia, que és el nom de la meua néta.

Quina mascota li provoca aversió? No sóc molt amant de les serps, de res que s'arrossege per terra.

Quins personatges històrics li provoquen el major rebuig? Els qui han imposat el seu criteri. Els feixistes.

Quin és el seu estat d'ànim actual? Positiu.

Quins defectes tolera millor? En general, la majoria, perquè tots som defectuosos. Sóc tolerant.

Quin és el seu lema? A per ells, que són pocs i covards.

De què ens serveix saber si hi ha vida extraterrestre si encara no coneixem la major part de la vida terrestre? Si la discussió és sobre si és més important conèixer bé el nostre planeta o començar a desenvolupar metodologies i tecnologies per veure si estem sols en l'univers, jo sóc astrobiòleg i llavors he de decantar-me per la segona cosa. Però no hi ha obligació de triar entre les dues opcions; la qüestió és determinar quin percentatge d'inversió mereix cadascuna. Des del punt de vista estadístic s'accepta que ha d'existir la vida fora del planeta blau. L'astrobiologia i els projectes espacials intenten demostrar-ho científicament. Però hi insistesc: això no desmereix que hem de continuar coneixent millor el nostre planeta. Per exemple, jo ara m'acabe d'introduir en el tema de la microbiologia del subsòl i no en sabem res. Hi ha un món ací davall que és independent de la radiació, és completament diferent del que hem après, i

ni tan sols som capaços de valorar-ne el volum, la seua importància en biomassa i, sobretot, la seua importància metabòlica i la seua capacitat de transformar el que tenim davall de la sola de les sabates.

Vostè sosté que, si hi ha vida extraterrestre en un planeta com Mart, es deu trobar en capes inferiors a la superfície i deu ser microscòpica.

Mart s'ha escodrinyat pam a pam. Si hi haguera vida en la superfície, em pense que ja l'hauríem detectada. De qualsevol manera, que existisca vida en la superfície de Mart és difícil per la intensa radiació ultravioleta que hi ha –no hi ha oxigen ni, per tant, ozó– i les condicions oxidants que es produeixen. Els oxidants són capaços de destruir matèria orgànica. Llavors, a partir de les dades de la missió Viking, es conclou que la vida en la superfície no és factible. Però com hem



apès que la vida en el subsòl sí que és factible, ja que a una certa profunditat no hi ha radiació i probablement no hi ha problemes d'oxidació, això posa damunt de la taula la possibilitat que si hi ha hagut vida a Mart, o si n'hi ha, siga en el subsòl.

Una visió antropocèntrica ens ha fet pensar fins fa poc que no podia existir vida fora de les nostres condicions d'habitabilitat. No obstant això, vostè treballa amb organismes que viuen en els anomenats «ambients extrems».

En realitat, la mateixa definició d'extremofília, que és el nom de l'àrea d'investigació, és antropocèntrica per-

**«ELS VIRUS SÓN PART
FONAMENTAL DE LA
BIOLOGIA I HI HA LA
POSSIBILITAT QUE
FOREN IMPORTANTS EN
ELS PRIMERS TEMPS DE
L'EVOLUCIÓ»**

què nosaltres establim la norma i tot el que se n'allunya és als extrems. Per a un bacteri que viu en un guèiser de Yellowstone o a molt baixa temperatura a l'Antàrtida els rars som nosaltres, perquè no seriem capaços de viure-hi. Tot i això, no podem oblidar que una part important dels organismes que coneixem viuen en una franja d'habitabilitat amb característiques comunes relatives a la pressió atmosfèrica, la temperatura o la radiació. Fora d'aquesta franja, la gran sorpresa ha estat trobar que la vida és capaç d'adaptar-se a condicions molt més extremes. S'estan buscant el que s'anomena «els límits de la vida».

Quins són?

En temperatura, segons sabem fins ara, es pensa que hi ha organismes que viuen, o com a mínim són capaços de romandre, a 121 °C i -20 °C. En les concentracions saturants de sal hi ha organismes que van en contra de les nocions de biofísica que tenim, ja que sobreviuen a una alta força iònica gràcies a un solut compatible que existeix en el seu interior i que redueix la pressió osmòtica. Trobem també microorganismes que viuen en pH àcids. Aquest cas és molt curiós, perquè els ambients àcids naturals que coneixem són produïts per la biologia. És a dir, no es tractaria d'una adaptació *sensu stricto* sinó que podríem parlar d'unes condicions extremes creades pels mateixos organismes. Altres ambients extrems estan relacionats amb la pressió –microorganismes que viuen en els fons submarins– o la radiació –organismes capaços de resistir altes dosis d'aquesta–. Cada condició mereix un estudi diferent.

De la mateixa manera que els organismes que vostè ha estudiat al riu Tinto ens poden ajudar a entendre com podria ser la vida a Mart, quines aportacions ens poden oferir altres tipus d'extremòfils?

En els ambients àcids com el riu Tinto, les condicions a temps zero són de neutralitat, però quan els microorganismes comencen a oxidar metalls per obtenir la seua energia, es produeix un gradient de protons que són molt actius, necessiten molt metabolisme per a poder sobreviure i per això es genera un ambient àcid. Aquesta és la lliçó que n'aprenem. Quant

als altres tipus d'ambients extrems, cadascun té coses que ensenyar-nos. Per exemple, podem observar els mecanismes que utilitzen els organismes que resisteixen a la radiació, ja que aquest serà el problema més seriós que tindran els astronautes que vagen a Mart. Els or-

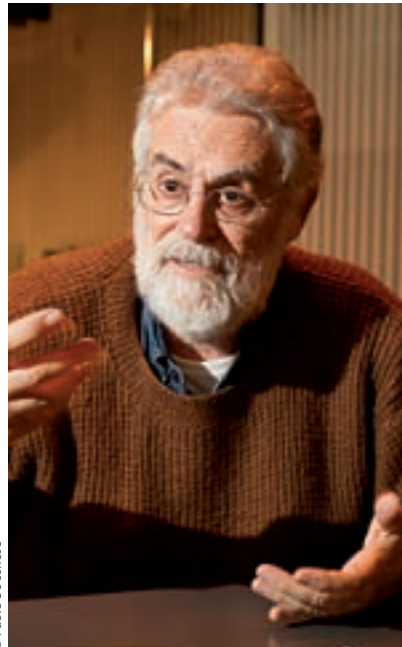
ganismes que viuen en alta pressió també poden tenir propietats interessants per a nosaltres. Però els que més interès tenen són els organismes termòfils. Com que l'equació d'Arrhenius diu que la velocitat d'una reacció es duplica cada vegada que augmenta la temperatura deu graus, sembla clar que en bioquímica, si es treballa a alta temperatura, les reaccions seran molt més ràpides. Això té una aplicació pràctica clara en biotecnologia. Els organismes que viuen en altes concentracions de sal podrien ajudar-nos a estudiar reaccions bioquímiques en condicions quasi anhidres.

Què ha d'envejar un humà a un bacteri fotosintètic anoxigènic?

Molt! [Riu.] Alguns bacteris fotosintètics anoxigènics són capaços de respirar, fermentar i fotosintetitzar, i trien el que més els convé en les condicions en què es troben. Per tant, si jo tornara a nàixer m'agradaria ser un bacteri fotosintètic perquè l'única cosa que tu i jo sabem fer és respirar, i obtenir energia a partir de carbohidrats. Som heteròtrofs, dependents que algú ens produeca la biomassa que necessitem oxidar. Aquests organismes, en canvi, es poden adaptar a condicions molt peculiars.

Per què els astrobiòlegs mostren aquesta obsessió per l'aigua?

De les condicions que es necessiten perquè hi haja la vida, en els sistemes que s'han caracteritzat en la Terra, hi ha tres coses fonamentals: el dissolvent (en el nostre cas, l'aigua), la font d'energia (pot ser molt variada: radiació, compostos químics o fins i tot compostos inorgànics) i els nutrients, els components bàsics de les macromolècules (carboni, etc.). En l'univers s'ha trobat energia i molècules bàsiques per a poder sintetitzar qualsevol compost orgànic. L'única cosa que es requereix és la tercera condició: l'aigua. D'ací ve l'obsessió. Tant és així que s'ha dit que, si en un planeta hi ha aigua, la possibilitat que hi haja vida és molt gran. Aquesta és la raó per la qual l'exploració de Mart té interès, no hi ha cap dubte que a Mart hi ha hagut mol-



© Paolo Bocchese

«LA MATEIXA DEFINICIÓ D'EXTREMOFÍLIA ÉS ANTROPOCÈNTRICA PERQUÈ NOSALTRES ESTABLIM LA NORMA I TOT EL QUE SE N'ALLUNYA ÉS ALS EXTREMS»

ta aigua i encara n'hi ha. Els seus pols tenen gel d'aigua en quantitats importants.

Mart és la seua segona obsessió.

És per proximitat. Mart no és més interessant que Europa, Ganimedes o Tità. El que passa és que arribar a Mart és molt més fàcil que anar als altres llocs. Tenint en compte que en una missió espacial hi ha una part molt important de desenvolupament tecnològic, l'excusa d'anar a Mart per a aprendre a viatjar per l'espai és prou bona per a continuar anant-hi. A més, no hi ha cap dubte que Mart i la Terra eren planetes molt semblants a temps zero, quan es van originar. Per què hi ha vida en la Terra i en Mart aparentment no? Potser n'hi ha hagut i ha desaparegut. Totes aquestes opcions són interessants. Però sobretot la resposta a l'obsessió és que és el més pròxim. És economia.

Segons la seua opinió, la vida es va originar en un lloc protegit de la radiació. Per què?

Bé, la radiació fa pupa [riu], no n'hi ha cap dubte. És més, la radiació té una part bona i una de dolenta. La part bona és que produ-

eix mutacions i afavoreix l'evolució. La part dolenta és que, si el nombre de mutacions és massa gran, *kaput*, no hi ha descendència, i per tant s'ha acabat l'experiment. No hi ha cap dubte que quan la vida va aparèixer sobre la Terra, fa uns 3,5 milers de milions d'anys o abans, érem davant dos fenòmens importants. L'un era que no hi havia oxigen, per tant no hi havia ozó ni protecció a la radiació. L'altre eren els impactes meteorítics. Llavors, per a protegir-se de la radiació i també dels impactes meteorítics, el subsòl és molt més recomanable que la superfície. De qualsevol manera, és una hipòtesi. Tan vàlida com la que defensen persones com Antonio Lazcano, Aleksandr Oparin o Lynn Margulis. Tots combregaven amb la mateixa idea que l'origen de la vida va ser fermentatiu. Trobe que són hipòtesis contraposades i això dóna riquesa a la ciència. Si estiguérem tots d'acord seria un dogma que ningú discutiria. ☺

Felip Pineda. Redactor de la revista MÈTODE, Universitat de València.