

“Tu ets tu i els teus microbis”

Ricard Guerrero (Madrid, 1943), catedràtic de microbiologia de la Universitat de Barcelona, ha estat pioner a l'estat i al país en ecologia microbiana. Parlem amb ell de l'origen de la vida i la grandesa dels microbis. Per exemple.

Deu ser la pregunta del milió, però us l'he de fer, per començar: què és la vida?

—Hi ha molta gent que ho ha volgut interpretar, però no sabem què és la vida. Sabem què són els éssers vius, que tenen unes característiques concretes, però la diferència que hi ha entre la vida i la mort no se sap. Pots matar un animal, per exemple, però les seves cèl·lules encara continuaran vives. La vida és un sistema amb un seguit de reaccions químiques que fan produir més vida: aquest és el seu objectiu fonamental: fer més vida, reproduir-se, d'una manera o una altra. La vida és una propietat de la matèria, un mecanisme que es regula per continuar donant aquest mateix fenomen.

—Però això no podria servir per a un cristall, també?

—Però normalment els cristalls, quan arriben a un nivell determinat, paren, s'esgoten. I la vida no s'esgota. I a més, una segona característica que no té un cristall és que la vida evoluciona, muta: en fer aquesta reproducció té canvis en els quals hi ha selecció. Una propietat de la vida és que els que vénen després són lleugerament diferents. I com que a més sempre estan en un ambient, aquest ambient va seleccionant unes formes sobre les altres. I això determina que al final d'aquest procés, les formes conserven aquesta propietat general —són autoreproductives— però ja no són iguals que l'anterior, ja han canviat.

—Però quan un bacteri es duplica no varia, no?

—Essencialment és igual, sí, però quan arriba al duplicat número 10 milions ja és molt diferent. De fet, passa en totes les nostres cèl·lules. Quan el DNA es reproduïx, fa un error com a

mínim cada 10.000 bases, i tenim molts milions de bases. Però nosaltres no veiem aquestes mutacions perquè tenim un sistema de correcció. És exactament igual que quan escrivim en un ordinador: no és que no ens equivoquem, és que després ho tornem a llegir i ho corregim. Per això és molt més fàcil tractar un virus DNA, que no muta tant, que un virus RNA, que no té aquesta propietat d'autocorrecció.

—Les mutacions són un acte de la mateixa vida, per tant? No els fa falta un agent extern?

—Bé, hi ha dubtes sobre si la mutació és espontània o no. Hi ha bastants factors de l'ambient, radiacions, substàncies mutagèniques, etc., que hi influeixen, però també hi ha, senzillament, errors. No seria necessari un agent extern per a la mutació, per tant.

—Hi ha una ratlla que puguem determinar entre vida i no vida?

—No. Sabem que a la Terra primitiva no hi havia vida. I sabem que segurament moltes molècules van evolucionar en una cosa que no es podria dir vida. Jo parlo de vida a partir de les cèl·lules. Allò altre era previda. Perquè la vida ha de ser autopoètica: un mot que no té res a veure amb la literatura sinó amb el fet que es pugui alimentar i replicar per si mateix. I aquí és on arribem al tema dels virus: ells no ho són, d'autopoètics.

—I no compten com a vida?

—Depèn. A classe, quan explico els virus, dic que no són éssers vius, sinó éssers viscuts.

—Això sí que és poesia!

—[Riu] És a dir, la vida tal com la intentem definir i des d'on podem treballar és la vida solar: i, aquí, els bacteris són els primers organismes vius. Abans

hi havia formes de previda: molècules, etc. I els virus, no se sap. N'hi ha que semblen molt senzills, molt primitius, i alguns ho seran, però molts dels que coneixem han aparegut en l'evolució en temps recents.

—I no els reconeixem el seu estatus de vivent, ara...

—Això és filosofia. Si a un científic li preguntes què és l'univers, et dirà que no et pot contestar. Què hi havia abans del Big Bang? No t'ho puc dir perquè no hi havia temps. No ho sabem tot. Per tant, com a filòsof podria fer consideracions sobre la vida; ara bé, com a biòleg, puc dir que la forma de vida que coneixem és la cèl·lula: per tant, els virus no són éssers vius. Encara que maten. I que es reproduïxen. Recorden formes de vida precel·lular que sabem que han pogut existir, però els actuals depenen de cèl·lules. Quant a la vida a la Terra, hi ha una altra qüestió molt important, que abans no se sabia: ara pensem que la vida es va donar unes quantes vegades. O sigui que es van formar cèl·lules o formes de vida molt diferents les unes de les altres. I que van desaparèixer.

—Es va acabar la vida del tot i va tornar a començar?

—Sí. No hi ha dubte que totes les formes vives actuals, des del bacteri més petit i més primitiu fins a la planta o el mamífer més complex, tots venim de les mateixes cèl·lules originals: perquè totes utilitzen NAD, ATP, etc. En tot cas, d'entrada és molt possible que sortissin diferents estratègies de vida. Haurien arribat on hem arribat nosaltres? No ho sabem. Però a la Terra primitiva hi havia més energia, més meteorits, molta més radiació ultraviolada... que permetia que es donessin fenòmens que generessin vida; els mateixos, però, que la destruïssin després. Ara es pensa que la vida es va poder fer de maneres diferents en diferents llocs fins que aquesta, que és la nostra, ja no va ser destruïda pels meteorits ni per res, o va aparèixer una mica més tard, o era més resistent, o el que fos.

—Dit així, la vida sembla una cosa ben comuna a l'univers...

—Podria ser-ho. Segons això, no hi ha cap raó que ens faci pensar el contrari. Abans teníem una limitació teòrica: calia un estel, a una distància —com hi està el Sol de la Terra—, perquè hi hagués llum. De fet, fins l'any noranta es pensava que tota la vida depenia de la llum del sol. Quan es van descobrir, per exemple, unes bestioles al fons del mar, a 3.500 metres, es va dir: ja hem descobert la vida sense llum. Però no: perquè són uns organismes, uns cucs grossos, que tenen a dins bacteris que mengen sofre. I aquests bacteris són aerobis: necessiten oxigen. I d'on ve l'oxigen? De les algues que hi ha a la superfície. Per tant, sense sol no hi hauria algues, no hi hauria oxigen, no hi hauria bacteris i no hi hauria cucs.

—I aleshores?

—Això és el que sabem fins l'any noranta. Des d'aleshores sabem que hi ha roques profundes a tres quilòmetres que tenen bacteris totalment anaerobis: no els cal oxigen, no depenen ni directament ni indirecta de la llum del sol per tenir vida. És una vida diferent, més lenta, etc., però el cas és que en un altre cos sòlid del sistema solar o de qualsevol altre estel n'hi podria haver. I solament a la nostra galàxia hi ha 10 elevat a 11 estels! Si penses en les galàxies que hi ha, veuràs que la probabilitat és enorme. Com deia Carl Sagan, si solament hi fóssim nosaltres, a l'univers, quin desapropiament! De moment, no l'hem trobada, aquesta altra vida, però. Possiblement al Sistema Solar, Terra a banda, actualment no n'hi hagi. Ara bé: ningú no pot dir que a Mart no hi comencés la vida. Igual com va succeir a la Terra. Té les característiques suficients. I algun dia se sabrà.

—Quina va ser la primera forma de vida a la Terra?

—Formes cel·lulars molt similars als bacteris o arqueas, als procariotes que coneixem avui dia, segurament.

—I els primers metabolismes, és a dir, les reaccions bioquímiques que tenen lloc en els éssers vius?

—Aquesta és una pregunta molt més difícil. Hi ha dues tendències: parlar de la fermentació o de la fotosíntesi. La fermentació és el que fa el llevat del vi, per exemple. No hi ha oxigen, en aquest procés: què fa el llevat? Agafa la glucosa i la converteix en una mica de

CO₂, una mica d'aigua i molt d'alcohol. Com que a l'atmosfera primitiva aleshores no hi havia gaire oxigen, es diu que el primer metabolisme era la fermentació. És una possibilitat. Com ho veiem ara? Doncs que no cal que fos una fermentació: segurament va ser un sistema d'oxido-reducció en condicions anaeròbies: una respiració anaeròbia. Perquè avui dia sabem que hi ha una respiració sense oxigen.

—Què vol dir?

—És que la respiració no significa agafar l'aire, sinó agafar un acceptor extern d'electrons, que pot ser oxigen

però pot ser nitrat o pot ser sulfat o pot ser carbonat o pot ser manganès, etc. És a dir: possiblement en les primeres formes hi havia respiració, però totalment anaeròbia. I molt poc després podia començar la fermentació. I molt poc després, la fotosíntesi. Vet aquí una altra pregunta, oi? Com és possible que hi hagués fotosíntesi si no hi havia oxigen?

—Va: com és possible?

—És que la fotosíntesi no té res a veure amb l'oxigen. Encara que la que coneixem avui dia és aeròbia, al principi era totalment diferent: s'agafava sulfi-



JORGE CENOLLO



JORGE CENCILLO

“Com deia Carl Sagan, si solament hi fóssim nosaltres, a l'univers, quin desapropietament!”

dric i es deixava sofre o sulfúric: era anaeròbia i anaeròbica. Però aleshores alguns organismes van, diguem-ne, tenir la idea de fer una altra fotosíntesi. I es va armar: va ser la primera catàstrofe ecològica. Va començar oxigen i va matar el 90% de l'evolució. Perquè l'oxigen és tòxic, letal. Tu el necessites per viure, però ell mateix t'està matant les cèl·lules. Què va succeir? És com si tu rebessis cada dia a casa un paquet, que t'envien dins d'un camió. Però un dia dius que no, que tens molta gana i nyac-nyac-nyac et menges la porta del camió. Això és el que van fer els cianobacteris: vivien a l'aigua, que era l'element de dispersió, i els passaven el sofre. Fins que se'ls va va acudir: per què no agafem això que tenim tan abundant —l'aigua— i ho trenquem i n'utilitzem l'hidrogen i deixem anar l'oxigen que ens sobra? I es van començar a menjar el lloc on s'estaven. Vet aquí la fotosíntesi oxigènica: i per això estem nosaltres aquí.

—Es com si la Terra l'hagués modelada...

—...la vida, sí. La Terra ha modelat la vida, i la vida ha modelat la Terra. Hi ha una coevolució. Aquesta és la teoria Gaia.

—Però no sempre els reconeixem el mèrit, als microorganismes.

—No. Ni moltes altres coses. Els diem organismes inferiors, als bacteris, però no ho són: metabòlicament són superiors. Tu no pots viure amb glucosa i quatre minerals, però un bacteri, sí. Hi ha molts fenòmens que pensàvem que només pertanyien als eucariotes, i resulta que també els tenen els bacteris: penso en la comunicació, en l'anomenat *quorum sensing* o sentiment de quòrum. Abans no ens ho podríem ni pensar, això. Però és que ells van inventar la vida! Més coses que els podem tenir en compte? Per exemple: Venus i Mart tenen molt de CO₂ i la Terra, poc. En realitat, no el tenim a l'atmosfera, però hi és: sòlid: els microorganismes han agafat el CO₂ i n'han fet pedra, fusta també. En tenim la mateixa quantitat, però convertida en una cosa que no és tòxica. Ells també han produït l'oxigen i el nitrogen que ens calen per respirar: sense microbis no seríem aquí.

—També podem dir que contribueixen a l'evolució?

—Sí. Mira el cas del pugó, per exemple: uns insectes que s'instal·len a les plantes, piquen, mengen la saba (nitrogen) i viuen. Això pensàvem fins l'any 1990. Aleshores un amic meu de Califòrnia, Paul Baumann, es va preguntar: d'on treuen els composts nitrogenats, els pugons? Perquè els bacteris agafen el

nitrat i en fan proteïnes. Però no hi ha cap animal que ho pugui fer —necessitem nitrogen combinat, que n'hi diem aminoàcids— i els pugons no en són l'excepció. Què passa, per tant? Els van mirar l'intestí: i resulta que és ple d'un bacteri, *Buchnera aphidicola*, que és una fàbrica d'aminoàcids. Sense *Buchnera* no hi hauria pugons; però és que sense pugons tampoc no hi hauria *Buchnera*, perquè, ara, sola, no pot viure.

—Ara són una mateixa cosa, diferent del que eren.

—Sí, és clar. I en diem pugó. Quan parlem d'un organisme, hem de saber que en realitat és ell i els seus microbis. Un arbre és també els bacteris i els fongs de les arrels (microrizes) que li permeten agafar els minerals. Els animals de vida coneguda, sense cap microbi no durarien gens: vivim gràcies a ells: tu ets tu i els teus microbis. Es gairebé orteguïà però és així. [Riu.] Hi ha hagut una coevolució. Abans no es veia, i els genetistes tenen tendència a no pensar en això, però gent com Lynn Margulis o com jo mateix pensem que es necessita que hi hagi una evolució conjunta de molts organismes al mateix temps.

—De fet, estúdieu ecologia microbiana, és a dir, el paper dels microorganismes en la biosfera.

—I tampoc no ha estat fàcil introduir aquesta idea. Jo ho vaig començar a estudiar perquè, en tornar d'Amèrica, em vaig trobar que aquí no hi havia mitjans per treballar en genètica. I per influència de Margalef, que era ecòleg. I avui, ja ho veus, tot s'ha fet ecologia microbiana! Perquè el cultiu pur ha servit, és clar, i l'estudi genètic també és admirable, però no són suficient. Mira el cas de l'Exon Valdés, el terrible vessament de petroli a Alaska. Ronald Atlas, un altre amic microbiòleg, va tirar un líquid en un tros de platja. Al cap d'uns mesos estava net. De seguida li van preguntar que què hi havia posat, si eren bacteris que mengen petroli o què —d'això n'han parlat prou però normalment ha fracassat—. I saps què era? Fòsfor i nitrogen: adobs. Simplement havia alimentat els bacteris que ja hi havia naturalment! Molts dels fenòmens de contaminació es poden resoldre utilitzant els microbis que ja hi ha.

Núria Cadenes