

VIDA IMMORTAL

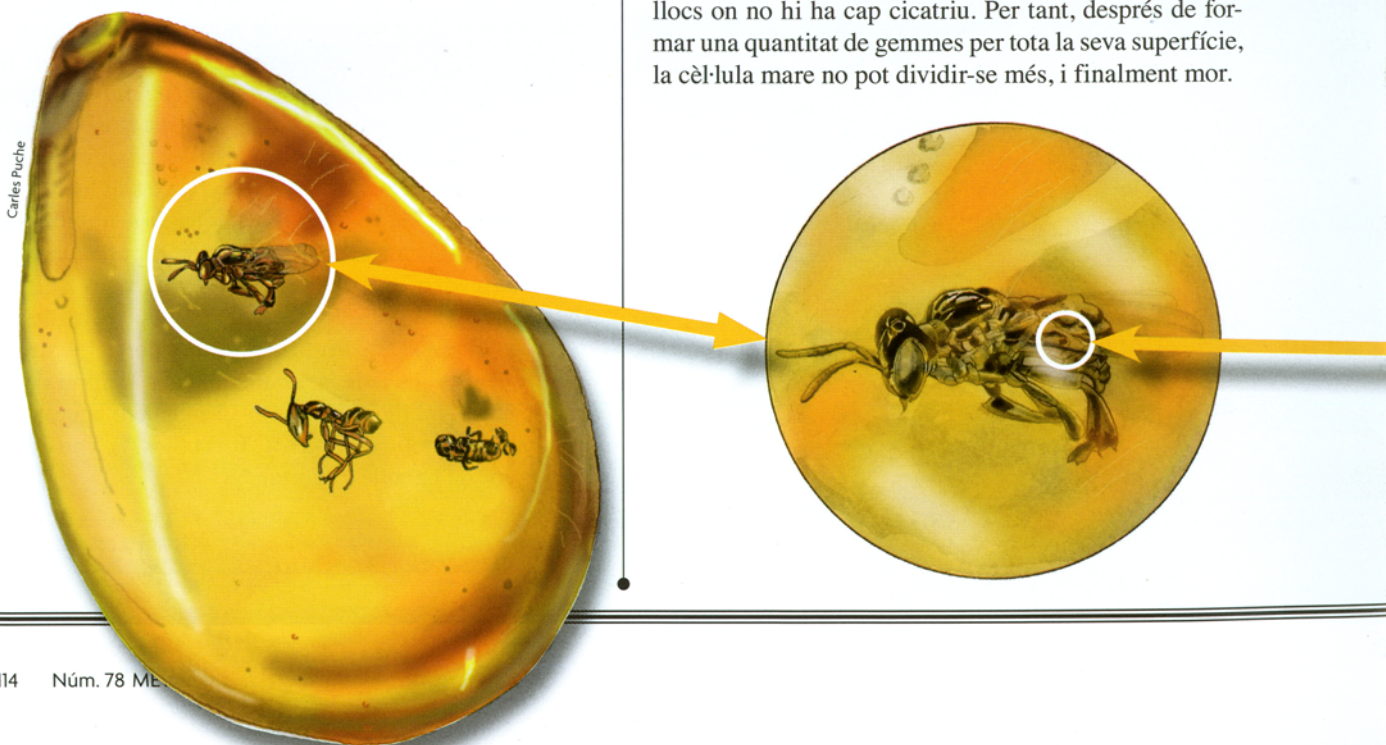
Poques coses han captivat tan poderosament la imaginació humana com la idea de viure eternament. Però tots sabem que els éssers vius, més tard o més d'hora, moren. I que nosaltres també morirem. Són l'envelliment i la mort propietats intrínseques de la vida? Per estrany que sembli, la mort, que és el destí últim dels animals i les plantes, i evidentment dels humans, no era una característica imprescindible de la vida durant els primers mil milions d'anys de la seva existència sobre la Terra. La clàssica definició d'un ésser viu com aquell que «neix, creix, es reproduïx i mor» no pot aplicar-se de la mateixa manera als organismes procarïotes (bacteris i arqueus) que als eucariòtics (protists, fongs, plantes i animals). Quan un bacteri es reproduïx, la cèl·lula es divideix per fissió binària per formar dues cèl·lules idèntiques a la progenitora. Sempre que l'entorn ho permeti, els bacteris poden créixer i dividir-se sense envellir i, en principi, no moren. Òbviament, com tota forma de vida, els bacteris poden «morir», per fam (absència de nutrients), calor (altes temperatures), elevada concentració de sal, dessecació, etc.

Les línies cel·lulars constitueixen un exemple de la «immortalitat» de les cèl·lules eucariotes en els animals. Les cèl·lules d'Henrietta Lacks (línea cel·lular HeLa, cèl·lules canceroses del seu úter) van ser aïllades per George O. Gey abans de la mort de la pacient a l'hospital de la Universitat Johns Hopkins de Baltimore el 1951. En l'actualitat continuen multiplicant-se als laboratoris. Actualment, el pes total de les cèl·lules HeLa que es cultiven en diferents laboratoris de tot el món és milers de vegades més gran que el pes d'Henrietta quan vivia. Abans de 1950, diferents equips d'investigadors

havien cultivat altres cèl·lules animals, però totes deixaven de multiplicar-se després d'un cert temps i morien després de vint a cinquanta divisions. Les cèl·lules tumorals d'Henrietta van superar espectacularment aquesta constricció biològica, ja que moltes cèl·lules canceroses es caracteritzen precisament per la capacitat de dividir-se indefinidament.

Però les cèl·lules animals o vegetals presenten un fenomen d'envelliment i mort final que denominem *apoptosi*. L'apoptosi és un mecanisme necessari per a controlar el creixement ordenat de les diferents cèl·lules que donen lloc, finalment, als organismes pluricel·lulars (plantes, animals i molts fongs). Hi ha diferents mecanismes cel·lulars interns que fan que les cèl·lules deixin de dividir-se quan han experimentat un determinat nombre de divisions. En conseqüència, s'estan estudiant aquests mecanismes per tal d'aconseguir allargar la vida d'uns determinats tipus de cèl·lules o de teixits.

I en el cas de molts llevats unicel·lulars que tenen gemmes? El procés de gemmació consisteix a separar una petita part de la paret i el citoplasma de la cèl·lula, que conté tota la dotació genètica de l'organisme. És el que denominem *gemma*. Cada gemma petita s'allunya de la cèl·lula gran (a la qual podrien nomenar la cèl·lula «mare») i comença una vida lliure i independent, que creix fins arribar a la mesura de la cèl·lula anterior. Segons això, una cèl·lula de llevat podria viure indefinidament, produint de tant en tant gemmes que s'anirien separant i vivint pel seu compte. Però no és així. Com ens mostra el microscopi electrònic de rastreig, en el lloc on s'ha format la gemma queda una cicatriu que altera la paret. Una nova gemma no es pot formar més que en els llocs on no hi ha cap cicatriu. Per tant, després de formar una quantitat de gemmes per tota la seva superfície, la cèl·lula mare no pot dividir-se més, i finalment mor.



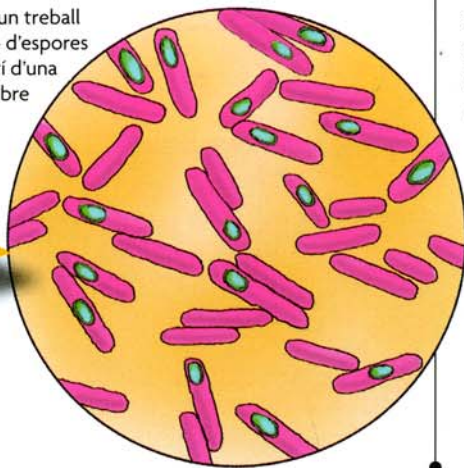
Carles Puche

Els llevats són fongs, i per tant formen part del món eucariota, tots els organismes les cèl·lules dels quals tenen un nucli diferenciat ho són. El món procariota és diferent. Les cèl·lules procariotes, com per exemple els bacteris, tenen una estructura més simple. Generalment es reproduïxen per divisió binària, és a dir, quan ha arribat a una determinada grandària, característica de cada bacteri i del medi on es troba, la cèl·lula es divideix en dos. Per tant, quina és la «mare» i quines les «filles»? Està clar que la «mare» és la cèl·lula original. Però quan s'ha dividit continua vivint en les «filles». La cèl·lula original no ha mort, tot el seu «còs», el material cel·lular, ha passat a una nova generació. Encara que, evidentment, podem matar els bacteris, i ho fem quan volem curar una malaltia bacteriana infecciosa, en realitat els bacteris són potencialment immortals.

Alguns grups de bacteris, per exemple els gèneres *Bacillus* i *Clostridium*, es reproduïxen per divisió binària, però després d'unes quantes generacions formen en el seu interior unes estructures de parets gruixudes que denominem endòspores. Aquestes endòspores són molt resistents a l'escalfament i a la dessecació, i poden quedar «com mortes» en un lloc durant molt de temps. Alguns patògens humans i d'animals importants, com ara *Bacillus anthracis* (que produeix el carboncle), o *Clostridium tetani* (que causa el tètanus), tenen endòspores, que són les que entren en contacte amb l'animal, creixen fins a convertir-se en la cèl·lula original, es reproduïxen i finalment causen la mort de l'hoste.

Les endòspores resisteixen el procés d'ebullició. La temperatura de 100°C no inactiva les endòspores, i són

El 1995 es va publicar un treball sobre la «resurrecció» d'espores bacterianes de l'intestí d'una abella atrapada en ambre de la República Dominicana, amb una edat estimada de 25 a 40 milions d'anys.



«PODEM MATAR ELS BACTERIS, I HO FEM QUAN VOLEM CURAR UNA MALALTIA BACTERIANA INFECCIOSA, PERÒ EN REALITAT ELS BACTERIS SÓN POTENCIALMENT IMMORTALS»

necessàries temperatures més altes per destruir-les. Són resistents a molts desinfectants i antibiòtics. Les endòspores són les formes de vida més resistents que es coneixen, amb la possible excepció dels prions. Quants mesos o anys pot passar una endòspora «sense viure»?

El 1962, Peter Sneath, de l'Institut de Recerca Mèdica de Londres, va donar un punt de referència per establir la longevitat de les endòspores. Sabia que una suspensió d'endòspores de *Bacillus anthracis* preparada per Pasteur el 1888 era viable encara el 1956, i que en una llauna de conserves de 118 anys s'havien trobat espores d'un microorganisme termòfil que es va poder fer créixer. En els herbaris dels Kew Gardens de Londres hi havia una col·lecció de plantes dessecades, algunes de les quals havien estat recollides i preparades en el segle XVII. Sneath també va trobar espores bacterianes viables

en plantes recol·lectades el 1640. L'anàlisi microbiològica de restes arqueològiques romanes trobades al Regne Unit, amb uns 2.000 anys d'antiguitat, va permetre descobrir un gran nombre d'espores viables del bacteri termòfil *Thermoactinomyces*. El 1995, Raúl Cáno, de la Universitat Politècnica de Califòrnia, va publicar l'encara discutit treball de la «resurrecció» d'espores bacterianes de l'intestí de una abella atrapada en ambre de la República Dominicana, amb una edat estimada de 25 a 40 milions d'anys. La major part dels treballs posteriors sobre resurrecció d'espores es dediquen als microorganismes tancats a l'ambre. Alguns investigadors han afirmat, per una altra part, que han trobat espores viables en cristalls de sal que tenien 140 milions d'anys (!).

La formació d'espores representa una estratègia amb la qual la cèl·lula escapa temporalment a unes condicions adverses, com la privació de nutrients, la limitació d'aigua, o la temperatura elevada, mitjançant un estat latent o de dormició. Un bacteri que fa espores no pot predir quant de temps restarà en estat letàrgic. Però, en fer-ho, «preparant-se per al pitjor», semblen escapar-se per un temps encara indefinit al que sembla una norma general en els éssers vius eucariotes, la limitació temporal de la vida, el fenomen ineluctable de la mort.

RICARD GUERRERO
Secretari científic de l'Institut d'Estudis Catalans, Barcelona

MERCÈ BERLANGA
Professora associada. Departament de Microbiologia i Parasitologia Sanitàries, Universitat de Barcelona

CARLES PUCHE
Il·lustrador, Barcelona