



6. RELOJES QUÍMICOS, EVOLUCIÓN CULTURAL Y EL ORIGEN DE LA VIDA

La existencia de sistemas químicos autocatalíticos fue prevista en 1952 por Alan Turing, que además de ser uno de los padres de la informática moderna era también químico y se interesaba por el problema de la morfogénesis, el proceso por el que un ser vivo transforma una sopa química en una estructura biológica. Más o menos en los mismos años, el químico ruso Boris Pavlovitch Belousov descubrió una reacción química notable, formada por una disolución de ácido cítrico, bromato potásico, ácido sulfúrico y un catalizador de iones de cerio, que oscilaba con la regularidad de un reloj entre dos formas o estados: incoloro y amarillo. Se trataba del primer reloj químico conocido.

No le fue fácil a Belousov publicar su descubrimiento, que los expertos consideraban imposible. Hasta 1959 no pudo publicar más que una simple nota de dos páginas en las actas de un congreso dedicado a un tema completamente diferente [1]. Durante la década de 1960, Anatoly Zhabotinsky prosiguió las investigaciones en este campo y las mejoró, obteniendo un reloj químico espectacular, que oscila entre los colores rojo y azul. Hoy estos procesos llevan el nombre de los dos investigadores (reacciones de Belousov-Zhabotinsky) y han recibido reconocimiento tardío, como el premio Lenin de 1980, pues Belousov murió en 1970.

El paso siguiente lo dieron en 1968 Ilya Prigogine y René Lefever [2], que propusieron un modelo (el "brusellator", así llamado porque fue desarrollado en Bruselas), que permite diseñar reacciones químicas capaces de autoorganizarse en el espacio a la vez que en el tiempo, pues las oscilaciones del reloj químico están desfasadas entre distintas zonas, lo que da lugar a la aparición de regiones rojas y azules oscilantes en el recipiente donde se realiza la reacción.

Como los procesos que ocurren en los seres vivos, estas reacciones autocatalíticas tienen lugar muy lejos del equilibrio termodinámico. Durante el siglo XX, algunos científicos lanzaron la idea de que el funcionamiento de los seres vivos se opone al segundo principio de la termodinámica, que constata que todos los sistemas aislados evolucionan hacia un estado de máximo desorden. Dado que es obvio que los seres vivos evolucionan en sentido contrario (hacia el orden), se introdujo el concepto de "negentropía" o entropía negativa.

Este concepto es innecesario: la oposición de la biología al segundo principio es sólo aparente, ya que éste sólo se aplica a sistemas cerrados próximos al equilibrio, mientras los seres vivos son sistemas abiertos, que absorben, directa o indirectamente, gran cantidad de energía del sol, y funcionan muy lejos del equilibrio termodinámico. Precisamente fue el estudio de los sistemas alejados del equi-

librio lo que en 1977 ganó a Prigogine el premio Nobel de química. Los trabajos de Prigogine no sólo se aplican a la química, sino también a la investigación sobre el origen de la vida, el estudio de la luz láser, el desarrollo de los tumores cancerosos, el análisis de los ciclos económicos, y la dinámica de poblaciones en sociología.

Se está abriendo camino entre los investigadores una teoría que afirma que el origen de la vida pudo venir precedido por una época de evolución puramente química, sin selección natural, en que las especies químicas se habrían mezclado y combinado libremente, sin restricciones. Este es el "modelo del metabolismo primigenio", que se opone al "modelo del replicador primordial", que ve en el ARN el origen exclusivo de la vida [3]. Ambos modelos corresponden a lo que, en el primer artículo de esta serie, llamé "el primer nivel de la vida". En la sopa química original se habrían mezclado ácidos nucleicos, enzimas y proteínas, junto con estructuras lípido-proteicas capaces de formar membranas.

Cada vez que una membrana se cerrase, algunas sustancias de la sopa quedarían encerradas en su interior. Alguna vez pudo ocurrir que el conjunto contuviese una mezcla de ácidos nucleicos y enzimas capaz de reproducirse indefinida y espontáneamente (de formar un sistema "autopoyético", usando la nomenclatura del artículo anterior), con lo que habría surgido la célula viva y se habría pasado al segundo nivel. Sólo a partir de ese momento, unas células competirían con otras y comenzaría a actuar la selección natural y la evolución biológica, tal como la conocemos.

Se ha propuesto que la evolución cultural (véase el artículo cuarto de la serie) se encuentra actualmente en un estado semejante al de la evolución en el primer nivel de la vida, pues algunas de sus propiedades lo recuerdan de forma sugerente. Quizá podría darse el caso paradójico de que el estudio de la evolución de las culturas y las civilizaciones pueda llegar a arrojar luz sobre el misterio del origen de la célula viva.

En cualquier caso, la cosa está muy verde. La suma de nuestros conocimientos sobre el origen de la vida es muy inferior a la de nuestra ignorancia. Las teorías se suceden a razón de una por década, sin que ninguna de ellas esté apoyada por la experimentación ni por los hechos.

Notas

- [1] Belousov, B., *Oscillation Reaction and its Mechanism*, Proc. Sbornik Referatov por Radiacioni Medicine, Moscú, 1959.
- [2] Journal of Chemical Physics, vol. 48, p. 1695, 1968.
- [3] Shapiro, R., *El origen de la vida*, Investigación y Ciencia, agosto 2007.