



Qué es la vida

Joël de Rosnay

**Biblioteca
Científica
Salvat**

Qué es la vida

Joël de Rosnay
SALVAT

Versión española de la obra *L'aventure du vivant*.
publicada por Éditions du Seuil (París)

Traducción: Daniel Zadunaisky
Diseño de cubierta: Ferran Curtes / Montse Plass

Escaneado: thedoctorwho1967.blogspot.com.ar
Edición digital: Sargont (2017)

© 1993 Salvat Editores, S.A.. Barcelona (para esta edición)
© Editorial Gedisa, S.A.. 1990
© Éditions du Seuil. Paris. 1988
ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)
ISBN: 84-345-8888-9 (Volumen 8)
Depósito Legal: B-26331-1993
Publicada por Salvat Editores, S.A., Barcelona
Impresa por Primer, i.g.s.a.. Septiembre 1993
Printed in Spain

ÍNDICE

PREFACIO

INTRODUCCIÓN

PRIMERA PARTE: ¿QUÉ ES LA VIDA?

I. LAS TEORÍAS ANTIGUAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

¿UNA GENERACIÓN ESPONTÁNEA DE SERES VIVOS?

LA EVOLUCIÓN: LA GRAN HISTORIA DE LA VIDA

II. EL MUNDO MISTERIOSO DE LOS MICROBIOS

LOS PROTISTAS: ¿ANIMALES O VEGETALES?

LAS BACTERIAS: ESCLAVAS Y ALIADAS INVISIBLES

LOS VIRUS: INVASORES DE CÉLULAS

LAS PROPIEDADES DE LA VIDA

III. ¿COMO FUNCIONA UNA CÉLULA?

LA AUTOCONSERVACIÓN Y EL SOL

El sol en conserva

La "caldera" de las células

LA AUTORREPRODUCCIÓN: LOS SECRETOS DEL ADN

Ladrillos y planos de las células

¡ADN, abrete!

LA MAQUINARIA CELULAR EN ACCION

LA AUTORREGULACIÓN: LA ADMINISTRACIÓN DE LAS CÉLULAS

Las reglas del "gobierno" celular

Las redes de comunicación moleculares

SEGUNDA PARTE: ¿DE DÓNDE VIENE LA VIDA?

I. LOS NUEVOS ENFOQUES SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

OPARIN Y TEILHARD: LOS PRECURSORES

EN LAS ESTRELLAS: LOS LADRILLOS DE LA VIDA

¿SÍNTESIS DE LA VIDA EN EL LABORATORIO?

II. PROTOTIPOS DE CÉLULAS

LA TIERRA MADRE

NUESTROS ANTEPASADOS, LAS MOLÉCULAS

Las moléculas "laboratorio"

Moléculas con memoria

Moléculas que se reproducen

[Moléculas conductoras de energía](#)
[Moléculas que se aíslan del agua](#)
[Estructuras autoorganizadas](#)
[Extrañas gotitas previvientes](#)
[De las microgotas a los antepasados de las células](#)

III. [EL SURGIMIENTO DE LOS SERES VIVOS](#)

[EL COMIENZO DE LAS GRANDES FUNCIONES VITALES](#)
[EL ORIGEN DEL CÓDIGO GENÉTICO](#)
[EL DESCUBRIMIENTO DE CECH](#)
[FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN: EL CAPITAL DE LA VIDA](#)
[LAS RAÍCES DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA](#)

TERCERA PARTE: ¿ADONDE VA LA VIDA?

I. [LA REVOLUCIÓN BIOLÓGICA: ESPERANZAS Y ASECHANZAS](#)

[COMPRENDER LOS LENGUAJES DE LA VIDA](#)
[LA BATALLA CONTRA EL CÁNCER](#)
[Sobre la pista de los “genes” del cáncer](#)
[Una coalición internacional](#)

II. [LAS HERRAMIENTAS DE LA REVOLUCIÓN BIOLÓGICA](#)

[los magos de los genes](#)
[los aliados invisibles](#)
[INGENIEROS DE LO INFINITAMENTE PEQUEÑO](#)
[los ordenadores y los seres vivos](#)

III. [LA INDUSTRIA DE LOS SERES VIVOS](#)

[EL NACIMIENTO DE LA BIOINDUSTRIA](#)
[no hay descanso para los microbios](#)
[EL FUTURO DE LA BIOINDUSTRIA](#)

IV. [EL HOMBRE, INGENIERO DEL HOMBRE](#)

[LA NUEVA CIRUGÍA DE LOS GENES](#)
[NACIMIENTOS POR ENCARGO](#)
[GENES A LA CARTA](#)

[CONCLUSIÓN](#)

ANEXO I: [LA MOLÉCULA DE ATP EN PIEZAS SEPARADAS](#)

ANEXO II: [LA MACROMOLÉCULA DE ADN EN PIEZAS SEPARADAS](#)

[LA ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA MACROMOLÉCULA DE ADN](#)

ANEXO III: [LA REACCIÓN DE FERMENTACIÓN](#)

PREFACIO

Este libro nació con la revolución biológica. Su primera versión, *Les Origines de la vie*, apareció en 1965, cuando André Lwoff, François Jacob y Jacques Monod recibieron el premio Nobel por sus trabajos, que marcaron el futuro de la biología molecular.

Fue actualizado en ediciones sucesivas, pero requirió una reescritura completa para integrar los últimos avances en el conocimiento del origen de la vida, los descubrimientos de la genética, el auge de las biotecnologías y la bioindustria, así como los desafíos de la "ingeniería" de la reproducción humana.

Es, pues, un libro nuevo, que toma como punto de partida los conocimientos biológicos fundamentales, pero tiene en cuenta los descubrimientos más recientes y más significativos para el porvenir de la humanidad.

Continuidad y discontinuidad, tradiciones y rupturas: tal es el tipo de reflexión a que nos somete la biología desde hace algunos años. Este libro es una guía básica de las ciencias de la vida a la vez que un testimonio sobre el período extraordinario en que vivimos.

INTRODUCCIÓN

¿Quién no se siente afectado hoy por los progresos y los descubrimientos de la biología? Fecundación *in vitro* y transferencia de embriones, medicamentos producidos por medio de la biotecnología, modificación de plantas y de animales domésticos, posible eliminación del hambre y de las enfermedades endémicas, curación tal vez cercana del cáncer y el sida, manipulación de genes o modificación del cerebro: la biología despierta expectativas y esperanzas, pero también dudas y temores sobre nuestro futuro.

Desde hace unos veinte años sufrimos la influencia profunda de la "revolución biológica". La opinión pública, los directivos de la industria y los dirigentes políticos son conscientes de sus repercusiones e duplicaciones en diversos aspectos de la vida cotidiana. Muy pocos son los grandes problemas sociales que no recurren a los descubrimientos de la biología: reproducción humana asistida por la medicina, impacto del modo de vida sobre el déficit del seguro social, desnutrición y desarrollo del cerebro, protección del ambiente contra la contaminación química o radiactiva, lucha contra la droga, lucha contra el racismo, educación infantil.

¿Cómo nos afecta, en concreto, esa revolución? ¿Dónde termina la realidad y comienza la ciencia ficción? En fin, ¿cómo comprender la vida para defenderla mejor? La tarea es difícil. La vida en toda su complejidad escapa al análisis. ¿Significa esto que su estilo no requiere un enfoque científico? De ninguna manera. ¿En qué se basarían, si no, los progresos espectaculares de la biología? La vida es una propiedad de sistemas de muy alta complejidad. Para aprehenderla mejor es necesario esclarecer, analizar, conocer la interrelación de las múltiples facetas que constituyen sus elementos o principios fundamentales. Esa misma complejidad nos obliga a enfrentar el desafío de la vida: debemos comprenderla, pensarla y, sobre todo, a partir de ahora, dominarla. De ahí la importancia de estudiar los orígenes de la vida, sus me-

canismos fundamentales y la modificación de los seres vivos por el hombre.

Este libro aspira a iluminar el camino hacia un conocimiento mejor de los seres vivos. Un camino que comprende dos sendas imbricadas: la comprensión de la vida por el hombre y la acción de éste sobre aquélla. Con ese fin, se formulan tres interrogantes sencillos: ¿Qué es la vida? ¿De dónde viene? ¿Adónde va?

Este camino comienza en los orígenes de la vida, en el interior de los seres vivos más rudimentarios, antepasados remotos de nuestras células.

Primera parte - ¿QUÉ ES LA VI- DA?

I. LAS TEORÍAS ANTIGUAS SOBRE EL ORIGEN DE LA VIDA

¿UNA GENERACION ESPONTANEA DE SERES VIVOS?

Cuando uno trata de imaginar cómo apareció la vida sobre la Tierra, tiende con frecuencia a pensar en un comienzo repentino, espontáneo o provocado por una causa fortuita o sobrenatural. Este concepto subjetivo del cambio brusco está tan arraigado en nuestro espíritu, que nos resulta sumamente difícil pensar que las cosas pudieran suceder de otra manera. Ciertas creencias de la antigüedad y el medioevo persisten aun hoy.

Nuestros antepasados no tenían la menor duda: la vida se originaba permanentemente en lo inanimado. Bastaba observar la naturaleza con un poco de atención. Así se veían nacer los gusanos del barro; las moscas, de la carne podrida; los ratones, de los estercoleros o los montones de trapos viejos. Allí donde hubiera materia orgánica en descomposición o minerales colocados en determinadas condiciones, se observaba la formación espontánea de organismos vivos.

Abundan en la historia los relatos de esta clase, y los escritos antiguos de la China, Babilonia, la India o Egipto demuestran en qué grado prevalecía la creencia en la generación espontánea.

Según Aristóteles (384-322 a.C.), los animales nacen generalmente de organismos idénticos, pero también pueden surgir de la materia inerte. En muchas obras del filósofo se habla de la generación espontánea de moscas, mosquitos o polillas en el barro de los pozos, la tierra o el estercolero; de cangrejos, anguilas, moluscos o peces en el limo o de las algas en descomposición; de ratones en la tierra húmeda e incluso de animales superiores que en su origen aparecen bajo la forma de "gusanos".

¿En qué teoría se basan para explicar esos fenómenos? Según Aristóteles, en cada cosa existe un "principio pasivo", la *materia*, y un "principio activo", la *forma*. Todo lo que existe es producto de la conjunción, en circunstancias favorables, de los principios activo y pasivo. El principio activo "informa" la materia: le da for-

ma. Por ejemplo, un huevo fecundado de pez contiene un principio activo que no es una sustancia sino una "capacidad" para organizar la materia del huevo y engendrar el pez.

Las enseñanzas de Aristóteles, transmitidas a lo largo de los siglos por una larga sucesión de pensadores, no fueron puestas en tela de juicio hasta el siglo XVII.

Durante esa larga penumbra científica que fue el medioevo, los pensadores más eminentes creían en la generación espontánea. Cada uno aportaba su grano de arena a la teoría. Pero en una época en que tanto la ciencia como la filosofía se hallaban bajo el control e incluso la censura directa de la teología, no era prudente disputar las enseñanzas de hombres como Aristóteles, San Agustín y Santo Tomás de Aquino.

Fue apenas en la segunda mitad del siglo xvi y sobre todo durante el XVII que la aplicación del pensamiento crítico y el método experimental a la observación de los hechos naturales favoreció el surgimiento de las llamadas ciencias exactas.

En esta época, Copérnico y sobre todo Galileo (muerto en 1642) refutan el viejo geocentrismo heredado de los griegos. Al hacer girar la Tierra en lugar del "cielo", muestran al intelecto de los hombres la angustiante presencia de un espacio infinito.

No obstante, a pesar de esos trastornos de la cosmogonía que hacen tomar conciencia de lo infinitamente grande y, tal vez por contraposición, de lo infinitamente pequeño, las ciencias de la vida siguen en el mismo estadio en que se hallaban desde muchos siglos antes. Sabios y filósofos ilustres como William Harvey, célebre por sus estudios sobre la circulación sanguínea, así como Rene Descartes e Isaac Newton, aceptaban sin mayores reticencias la teoría de la generación espontánea.

Jean-Baptiste Van Helmont, célebre médico de Bruselas (1577-1644), autor de trabajos sobre la fisiología de las plantas, que hicieron escuela, llegó a elaborar una receta para fabricar ratones en veintidós días por medio de granos de trigo y una camisa sucia colocados en una caja: ¡el sudor humano que impregnaba la camisa actuaría como "principio vital"!

Paulatinamente, empiezan a aparecer grietas en el edificio de la teoría de la generación espontánea. La primera conmoción sería viene de Italia; será el comienzo de una controversia apasionada que durará varios siglos.

Francesco Redi, médico y biólogo de Florencia (1626-1698), rechaza la teoría oficial. Piensa, por el contrario, que la "Tierra, después de haber engendrado en el comienzo los animales y las

plantas por orden del Creador Supremo y Todopoderoso, no volvió a dar nacimiento a ninguna suerte de planta o animal, perfecto o imperfecto". Según él, la vida sólo puede nacer de la vida preexistente. Así, "los gusanos" que se ven "nacer" en la materia putrefacta son en realidad el resultado de una "inseminación" (reproducción sexual). Los cuerpos en descomposición sirven de nidos a ciertos animales que depositan sus huevos en ellos y de alimento para los "gusanos" que se desarrollan a partir de aquéllos. En 1668, Redi intenta un experimento para verificar su hipótesis. Coloca sustancias orgánicas en descomposición en varios recipientes. Cubre el primer frasco con una gasa y deja abierto el segundo. Constata que en el segundo aparecen rápidamente los gusanos blancos, en tanto la carne del primer frasco está libre de larvas. Sí advierte que las moscas ponen sus huevos sobre la gasa.

Con ello quedaba demostrado que la creencia en la generación espontánea de gusanos blancos a partir de la materia en descomposición se basaba en un grosero error de observación. Sin embargo, él mismo siguió creyendo en ciertos tipos de generación espontánea: tal es la fuerza de las ideas heredadas.

Los progresos de los métodos de observación y experimentación demostraban con claridad creciente, incluso para los partidarios más tenaces de la generación espontánea, que el fenómeno sólo era válido en el caso de animales muy pequeños. Las ranas, los ratones, las serpientes, cedieron su lugar a los seres pequeños, visibles al ojo: insecto, gusanos, pulgas... Sin embargo, los experimentos de Redi parecían demostrar la imposibilidad de la generación espontánea de organismos tan complejos como estos últimos. La validez de la teoría clásica estaba en duda. Pero la duda no persistió mucho tiempo.

Por medio de un microscopio rudimentario, de fabricación propia, un contemporáneo de Redi, el holandés Antón van Leeuwenhoek (1632-1723) descubrió y describió un mundo hasta entonces insospechado: el de la vida invisible.

Investigador enérgico, observador infatigable y habilidoso, este hombre notable describió maravillado una buena cantidad de microorganismos conocidos hoy (levaduras, bacterias, infusorios) y presentó sus descubrimientos en una serie de cartas a la Royal Society de Londres que se harían célebres. A partir de entonces, gracias al asombroso microscopio, cualquiera podía descubrir abundantes microorganismos allí donde hubiera materia en putrefacción o descomposición.

Sin embargo, nadie quería reconocer que organismos tan pequeños, sencillos y numerosos pudieran nacer por reproducción sexual. Incluso estaba a la vista: se formaban por generación espontánea a partir de caldos nutritivos o de esos líquidos en donde aparecían.

Pero Leeuwenhoek no estaba convencido. Sostenía que las "simientes" de los microbios provenían del aire ambiental. Joblot, discípulo suyo, realizó un experimento concluyente: demostró que una infusión de heno, hervida y luego sometida al aire, se poblaba rápidamente de microorganismos; el mismo líquido, colocado en un frasco cubierto por un pergamino, permanecía estéril durante largo tiempo. Desgraciadamente, le sucedió lo mismo que a Redi. La opinión pública no estaba preparada para admitir esos resultados, que cayeron en el olvido.

A fines del siglo XVIII, se produce una áspera controversia entre dos sacerdotes naturalistas: el escocés John Needham y el italiano Lazzaro Spallanzani. El primero, amigo de Bullón, trata de demostrar por medio de experimentos idénticos a los de Joblot, la posibilidad de la generación espontánea. A pesar de todas las "precauciones posibles" (calentamiento prolongado de los líquidos, frascos cerrados herméticamente), en todos los casos aparecían multitudes de microorganismos. Spallanzani acusa a Needham de no haber calentado los frascos lo suficiente para esterilizarlos. Este responde que esos procedimientos tan severos destruyen el "principio vital" y modifican las "cualidades del aire". Spallanzani refuta cada una de las objeciones de Needham por medio de una serie de experimentos brillantes... pero tampoco consigue ganar a la opinión pública.

Cien años más tarde, esta oposición llegará a su fin gracias a los experimentos de Pasteur. A costa de una crisis cuyas consecuencias sólo se apreciarán mucho después, esas experiencias desgarran el velo que ocultaba los verdaderos interrogantes sobre el origen de la vida.

En 1859, el sabio francés Félix Pouchet publica un grueso volumen de setecientas páginas que contiene las ideas más avanzadas sobre la generación espontánea. Sustentando su tesis sobre un gran cúmulo de datos experimentales, se erige en partidario tenaz y obstinado de la teoría que cree haber demostrado. Lo que demuestra, en realidad, es hasta qué punto se puede creer e incluso "demostrar"... ¡lo que se quiere creer! En esa época, la Académie des Sciences de París ofrece un premio a quien resuelva definitivamente tan enojosa cuestión.

En 1862, por medio de los experimentos que lo harán célebre, Louis Pasteur demuestra, de manera irrefutable, que los gérmenes microbianos pululan no sólo en el aire y en el polvo que se respira, sino también en las manos y en los enseres empleados en los experimentos. Las supuestas “generaciones espontáneas” de microorganismos provienen en realidad de la contaminación de los caldos de cultivo por gérmenes foráneos. Sería muy largo describir en detalle los experimentos de Pasteur y sus resultados.

La experiencia de Pasteur

Esta figura explica uno de los más notables. Se vierte un líquido nutritivo (agua de levadura de cerveza, zumo de remolacha) en un balón de cuello largo (1). Se calienta el cuello para estirarlo hasta formar un tubo lino y curvo (en cuello de cisne) (2). Se calienta el líquido hasta la ebullición: esta operación mata los microorganismos presentes (3). El polvo que contiene microbios queda retenido por las gotas de agua en el extremo del tubo. El balón permanece estéril durante largo tiempo (4). Si se corta el cuello del cisne, el caldo nutritivo es invadido rápidamente por los gérmenes (5).

La observación ha demostrado que los microbios, con ser minúsculos, son organismos altamente complejos. Creer, después de Pasteur, que los microbios se pueden formar espontáneamente es tan absurdo como creer, en la época de Redi, en la aparición brusca de moscas en la materia en descomposición. Pasteur había demostrado de manera aparentemente irrefutable que la vida sólo podía provenir de la vida preexistente. A partir de entonces, la pregunta “cómo comenzó la vida” parecía no tener respuesta posible. En efecto, las respuestas postuladas hasta entonces eran: la vida ha sido creada de manera sobrenatural; la vida nace continuamente de lo no vivo por generación espontánea. La primera respuesta no podía satisfacer a un científico exigente. La segunda era producto de errores groseros de observación, según se había demostrado. Entonces se dejó de lado el problema. Algunos sabios llegaron a declarar que su estudio era una pérdida de tiempo y que la búsqueda de respuestas carecía de interés científico inmediato.

La casi totalidad de los protagonistas de esos debates —cualquiera que fuese la tendencia a la que hubieran pertenecido— parecían confundir los conceptos de lo *espontáneo* y lo *repentino*. A nadie se le ocurría pensar que la vida hubiera aparecido gradual y evolutivamente. En efecto, los científicos de la época

desconocían una de las dimensiones esenciales de la naturaleza: el *tiempo*.

El descubrimiento del tiempo produjo en el intelecto una conmoción tan grande como el descubrimiento del espacio: de lo infinitamente grande a lo infinitamente pequeño. No se trataba del tiempo que "corre", ese tiempo domesticado que los hombres habían aprendido a medir siglos atrás, sino del que "acumula", el tiempo histórico. Con él se echó luz sobre el pasado del hombre y el de la vida misma.

LA EVOLUCIÓN: LA GRAN HISTORIA DE LA VIDA

En 1859 aparece la obra de Pouchet en apoyo de la teoría de la generación espontánea. Ese año es también el de la aparición de un libro que tendrá una influencia decisiva sobre el pensamiento científico y filosófico: el *Origen de las especies*, de Charles Darwin.

La teoría de Darwin sostiene que las formas vivas que se observan en la naturaleza no aparecieron espontáneamente, sino que descienden unas de otras, *con modificaciones que se producen en el curso de grandes espacios de tiempo*.