

Índice

Introducción	13
PRIMERA PARTE. LOS ORÍGENES	17
CAPÍTULO I. Así empezó todo	19
Una historia creíble	19
El científico que jugaba a las tormentas	21
Pura química	23
Agua líquida y estructuras básicas	25
A vueltas con la evolución	29
¡Qué desperdicio!	31
Pero ¿somos monos o no somos monos?	32
El azar y la necesidad	34
¿Vida en otros planetas?	35
CAPÍTULO II. Somos una comunidad andante de bacterias	39
Bacterias somos y en bacterias nos... ..	40
El meteorito que llegó de Marte	41
La vida sexual de las bacterias	43
Extremófilos: ¿quién es el raro?	44
Y en el principio fue la noche	45
Increíble pero cierto	46
El oxígeno: ¿bueno o malo?	48
Reivindiquemos las bacterias	49
¿Inmortales?	50
Y en el futuro ¿qué?	52

SEGUNDA PARTE. EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES	
Y EL GRAN SALTO ADELANTE	55
CAPÍTULO III. No hay propósito en la evolución	57
Misterios del tiempo geológico	57
Artrópodos frente a homínidos	59
La misión del científico	61
El progreso, ¿un concepto acabado o emergente?	62
Inteligencia y crueldad de la naturaleza	63
Volver a lo natural	65
El misterio del tiempo... atmosférico	66
Prevenir las catástrofes ¿es posible?	68
CAPÍTULO IV. La inteligencia nace para manipular o ayudar al vecino	71
El tamaño sí importa	71
La materia gris	74
El sexto sentido	76
Desventajas de la inteligencia	78
El cráneo n.º 5	79
Cruzar el Rubicón	81
Herencia frente a entorno	83
Esa maravilla llamada sintaxis	85
CAPÍTULO V. El gran salto adelante de hace 40.000 años	89
El descubrimiento del gen	89
Darwin tenía razón	90
Escrito en los genes o <i>la mosca mutante</i>	91
El gen <i>Matusalén</i>	94
Dilema moral	96
El gran salto adelante	97
Yo, Tárzán; tú, Jane	99
Ventajas de tener sintaxis	100
CAPÍTULO VI. Así decide el cerebro	103
¿Cómo decido?	103
¿Me caso o no me caso?	104

ÍNDICE

El marketing emocional	106
Las dudas de Darwin	109
El cerebro nos engaña	110
Bondades del cerebro maduro	112
La creación de la realidad	114
TERCERA PARTE. EL NIÑO Y LA CAPACIDAD DE SER	
FELICES	117
CAPÍTULO VII. Todo se juega antes de los 5 años ...	119
Bebé dependiente, adulto independiente	119
La percepción del dolor	122
¿Algo que a nadie le preocupa demasiado?	123
El milagro del lenguaje	124
¿Qué hacer?	126
Vámonos al zoo	127
El cero emocional	129
Estrategias de protección	131
¿Qué es ser un niño?	131
CAPÍTULO VIII. Se puede aprender a ser feliz	
Empezar de cero	133
El cerebro plástico	136
Ma, me, mí, mo, mu	137
¿Suicidios en el Paleolítico?	139
Mi hijo no atiende en clase	140
¿Se puede aprender a ser feliz?	142
Con toda esta información ¿qué hacemos?	144
«Cuando un hijo mira a la madre, mira a una madre que le mira»	146
Pon música en su vida	147
Buena sintonía	148
Saber detectar a tiempo	150
CUARTA PARTE. EL SEXO Y EL AMOR	
CAPÍTULO IX. La felicidad es la ausencia del miedo ..	155
Una condición para ser feliz: la seguridad	156
Papá Freud	159

Una fotografía del cerebro	161
Felicidad y malos recuerdos	163
¿Dónde reside la belleza?	164
Solidario o individualista, pero gusano al fin y al cabo	165
Tú eres tu cerebro	167
CAPÍTULO X. La química del amor	
en los humanos	171
Las drogas del amor	171
Comprando genes	172
La selección sexual	174
Señales fiables	175
La comunicación no verbal y el juego de la seducción	177
Ideal de belleza: patrones universales	179
La escuela del amor	181
Apareamiento y muerte	182
Conclusiones	183
CAPÍTULO XI. Sexo con y sin reproducción	185
Nada que ver con la reproducción	186
Alto riesgo, baja rentabilidad	188
Todos fuimos caníbales	190
¿Hijos del azar o de la manipulación?	192
Resultados decepcionantes	194
Ventajas de la tradición	195
Espermatozoides: de cien mil a uno	197
La sofisticación sexual en los pájaros	198
Cada vez más tarde	200
CAPÍTULO XII. La belleza es la ausencia de dolor ...	203
Indicadores de belleza	203
La belleza: ¿producto del cerebro u opción personal?	206
La belleza es un número	207
Los guapos lo tienen más fácil	210

ÍNDICE

¿Es todo biología?	212
Feromonas: ¿el nuevo pesticida?	213
Modelos	214
La belleza de la ciencia	217
QUINTA PARTE. CÓMO FUNCIONAMOS	219
CAPÍTULO XIII. El precio del sexo es la renuncia a la inmortalidad	221
El poder de las mitocondrias	221
Energía alternativa	223
Del inconveniente de ser pequeño	224
Detective ADN	226
El origen del sexo y de los géneros	228
Sexualidad o muerte	230
Bacterias inmortales	233
Todo por sobrevivir	234
CAPÍTULO XIV. El origen del lenguaje	237
Todo empezó jugando	237
Sentirnos seguros	239
El escaso valor de las palabras	241
No sin mis genes	245
Mujeres fuera de la historia	246
Todo está en los libros	248
Economía sexual	249
CAPÍTULO XV. El mundo no existe sin memoria	253
El presente no existe	254
Prohibido aburrirse	256
El cuerpo como receptor	257
La invención del color	258
Recordamos olores	263
La trampa de entenderse a sí mismo	264
CAPÍTULO XVI. La educación sentimental	267
Emociones peligrosas	267
El poder de la mente	270

Entender al otro	271
Lo que necesitas es Amor	272
Transformar el esfuerzo en gracia	274
CAPÍTULO XVII. Por qué funciona el sistema	277
Primero la práctica, después la teoría	277
La fuerza del egoísmo	280
La paradoja nipona	281
¿Bondades del monopolio?	283
Los olvidados	284
Como siempre, desigualdades	286
<i>Copyleft</i> : ceder para crecer	287
Vanguardia empresarial: nuevas soluciones	289
 Bibliografía básica	 293

Introducción

Hace muy pocos años, sobre todo en las décadas de los sesenta y los setenta, una reflexión sobre *por qué somos como somos* habría versado casi exclusivamente sobre genética y la programación de las conductas humanas implícita en los genes. Antes de 1953 —fecha histórica del descubrimiento del «secreto de la vida», como llamaron Watson y Crick a la estructura de la molécula del ADN— el entorno modulaba las almas. En la Rusia soviética se podría y debía construir un hombre nuevo transformando la organización social.

Antes de eso era todavía peor. Habíamos fabricado dioses a nuestra imagen y semejanza, y aplacábamos sus iras despeñando humanos por las murallas y consumando sacrificios humanos. Cualquier cosa salvo mirar qué pasaba dentro de uno mismo cuando aprendía, lidiaba con el vecino, amaba, sufría y moría. Es incomprensible —y sobre todo ha sido una fuente de amargura indecible— que hayamos sobrevivido sin saber nunca qué nos pasaba dentro, por qué nos comportábamos como lo hacíamos cuando estábamos emocionados, acosados por el miedo o la indiferencia.

Hoy empezamos a saber, por fin, por qué somos como somos. Una de las primeras cosas que hemos descubierto —hace nada menos que cuatrocientos años, pero como si no— es que ni el planeta ni nosotros mismos somos el centro del universo. Andamos subidos a 250 kilómetros por segundo en un planeta de una estrella mediana en la parte exterior de una de los billones de galaxias existentes. Y, no

obstante, ¿cuántas personas siguen creyéndose el centro del mundo?

Nos ha costado más todavía —una mayoría de los habitantes de la Tierra sigue creyendo lo contrario— aceptar que es muy difícil detectar cualquier atisbo de propósito o intención en la historia de la evolución. En la perspectiva del tiempo geológico —¿hay otra manera de medir el tiempo?— somos la última gota de la última ola del inmenso océano cósmico.

Después de llenar páginas enteras, estanterías con los libros confeccionados con ellas, bibliotecas rellenas de esos libros para demostrar las cosas fundamentales que nos diferenciaban del resto de los animales, hemos tenido que renunciar una a una a casi todas de las supuestamente inamovibles verdades.

No es cierto que sólo nosotros sepamos fabricar herramientas, ni que seamos los únicos capaces de reconocernos en el espejo, ni que las demás especies no puedan comunicarse para hacerse entender o confundirse, ni que, finalmente, nadie más en el planeta pueda recurrir a los símbolos o a la capacidad metafórica para innovar. Descendemos de un antepasado común con los primates sociales y éstos, a su vez, del pez pulmonado que supo salir del mar y aposentarse en la tierra.

Sí es absolutamente cierto, en cambio, que estamos programados para ser únicos entre nosotros mismos. La neurobiología y el inconsciente se han confabulado para urdir un entramado en el que las leyes generales del cerebro se concilian con las huellas indelebles de la experiencia individual. Pero eso no quita —como solía decir el paleontólogo Stephen Jay Gould— para que sigamos, en realidad, en el reino de los artrópodos, para que seamos una comunidad andante de bacterias que, sin lugar a dudas, empezó su andadura miles de millones de años antes que nosotros y que nos sobrevivirá otro tanto, y para que lo que llamamos vida tenga que ver, fundamentalmente, con la memoria y sólo con ella.

Pero ahora sabemos, por fin, por qué somos como somos y, por tanto, por qué podríamos ser de otra manera si real-

mente quisiéramos. Para ello contamos con descubrimientos recientes que permiten iniciar ese camino. La plasticidad cerebral constituye una herramienta insospechada para el cambio. La belleza es la ausencia de dolor de la misma manera que la felicidad es la ausencia del miedo. Somos lo que somos, en gran parte, porque la belleza es un predictor excelso de la salud, nos da la medida de cómo estamos.

No podemos olvidar nunca que lo que es verdad de una clase o de un colectivo puede no serlo de un individuo, pero es bueno saber que, en términos generales, nos lo jugamos todo antes de los 5 años; es en el entorno de la negociación maternal donde se define el nivel de autoestima necesario para lidiar con el vecino, así como las ganas de seguir profundizando en el conocimiento de los demás. De lo ocurrido en aquel marco de negociación afectivo depende si abordamos el mundo adulto con amor, indiferencia, rechazo o ánimo de destruirlo.

Ahora sabemos también que el cerebro tiene sexo y que la diferenciación de géneros aparecida hace unos setecientos millones de años tuvo un impacto sin precedentes en los esquemas de reproducción y, sobre todo, en el coste vital. El coste de la diversidad que garantizaba el sistema de reproducción sexual fue, ni más ni menos, la renuncia a la inmortalidad.

Es muy probable que los graznidos fueran la primera muestra de comunicación verbal; que a ellos sucediera la música; a ésta, el lenguaje, que o bien era innato o bien crecía como un órgano más del cuerpo. La culminación de este proceso fue la escritura que, desde hace unos 4.000 años, introdujo el compromiso, la señal indeleble de una voluntad que permitió modular la convivencia social. Pero el análisis del origen del lenguaje ha permitido matizar que ni sirve siempre para entenderse ni es más perdurable que el lenguaje corporal. El contubernio social, el desafío de los demás, contribuyó como ningún otro factor al desarrollo de la inteligencia social.

Descubrir por qué somos como somos ha sido la primera pista para intentar ser de otra manera y rescatar de las

tinieblas y el dogmatismo el código de los muertos que todavía rige el destino de millones de personas. ¿Cuántos años serán precisos para que las pautas configuradas para situaciones pasadas de hace decenas de miles de años den paso a sugerencias más adecuadas a unos humanos que acaban de triplicar su esperanza de vida? Lo primero era profundizar en saber por qué somos como somos.

Al igual que ocurrió con el primer libro de la Colección Redes, *El alma está en el cerebro* (Aguilar, 2006), esta reflexión sobre *Por qué somos como somos* no se habría podido llevar a término sin que el equipo del programa que produce *Redes* con TVE y la productora Smart Planet, sus redactores y editores hubieran rescatado las ideas, los datos y las interrelaciones subyacentes a lo largo de los últimos años. Debo mencionar muy especialmente a Jordi Domènech por esta última revisión y a la directora científica del programa Miriam Peláez por la labor de búsqueda y seguimiento efectuada durante muchos años. Y a TVE, por supuesto, por poner su logística y sus derechos al servicio de la comprensión pública de la ciencia.

EDUARDO PUNSET
Londres, agosto de 2008

PRIMERA PARTE

LOS ORÍGENES

Así empezó todo

El oxígeno que respiramos, el calcio de nuestros huesos, el hierro de nuestra sangre y el carbono de nuestras células se forjaron hace miles de millones de años en el interior de las estrellas. Por eso para entender nuestro origen debemos entender primero el de las estrellas.

UNA HISTORIA CREÍBLE

Hace 5.000 millones de años el Sol todavía se estaba formando y no muy lejos de él, una gran nube de polvo seguía su proceso de condensación. El resultado de ambos procesos fue la formación de una gran bola de apariencia semejante a la que hoy tiene el fuego: el planeta Tierra.

Un enorme meteorito colisiona sobre la superficie de esa Tierra primitiva y debido al impacto grandes fragmentos salen proyectados hacia el espacio. Esos restos giran alrededor de la Tierra y lentamente pasan a ocupar una misma órbita, formando un único anillo alrededor del planeta. Después se condensan y adoptan forma de esfera: así nace la Luna. Con el paso del tiempo la Luna se irá alejando progresivamente de la Tierra hasta ocupar su posición actual.

Varios cientos de miles de años más tarde, la presión en las entrañas ardientes de la Tierra ha aumentado de manera significativa, la corteza terrestre cede y en toda su superficie aparecen gigantescos volcanes e inmensos mares de lava. Esas

erupciones volcánicas expulsan gases que formarán la primera atmósfera terrestre, compuesta de nitrógeno, vapor de agua y gas carbónico.

Poco a poco la Tierra se enfría, el vapor de agua se condensa y aparecen intensas lluvias. Lloverá durante unos 100 millones de años y como consecuencia se formarán los océanos. Por primera vez se dan en la Tierra las condiciones apropiadas para el origen de la vida, que surgirá en los océanos.

Hace 250 millones de años existía un solo continente denominado *Pangea*, donde se inició el reino de los dinosaurios. Después este inmenso continente se va fragmentando y los bloques resultantes derivan hacia diferentes zonas del globo.

El impacto de meteoritos sobre la superficie de la Tierra sigue siendo feroz. Hace 65 millones de años un meteorito cae en lo que es hoy el golfo de México. La explosión es tan impresionante que toda la atmósfera se llena de una gigantesca nube de polvo. La Tierra queda cubierta por un oscuro velo, el clima se enfría de manera brusca y muchos organismos vivos, como los dinosaurios, se extinguen si bien las especies aladas de dinosaurios dan lugar a los antecesores de las aves tal y como las conocemos hoy.

Cuando el clima se vuelve más soportable empiezan a desarrollarse los mamíferos, entre ellos el hombre. Desde su aparición tal y como lo conocemos hoy, hace unos 200.000 años, el hombre actual ha logrado colonizar todo el planeta. Puede incluso observar desde el espacio el planeta que le ha visto nacer.

En el futuro, el planeta Tierra y la vida que existe en su superficie seguirán evolucionando, África se acercará a Europa y provocará la desaparición del mar Mediterráneo. Miles de millones de años más tarde, la Tierra se convertirá en un desierto abrasador porque el Sol, cercano ya a su muerte, aumentará radicalmente su tamaño. El calor que generará será desmesurado, descomunal, y desencadenará el fin de la vida en la Tierra. Ésta volverá a ser lo que fue en sus inicios, una gigantesca bola de lava ardiente.

Por último, el calor del Sol será tal que la Tierra literalmente se evaporará, se transformará en una nube de gas y polvo. La Tierra desaparecerá tras haber existido durante casi 10.000 millones de años. Hoy, pues, hemos superado la mitad de su existencia. Como dice James Lovelock: «La Tierra es una señora de edad».

EL CIENTÍFICO QUE JUGABA A LAS TORMENTAS

La historia que acabo de contar viene avalada por los conocimientos científicos que poseemos a día de hoy. Sin embargo se plantean cuestiones de criterio: ¿qué entendemos por el inicio de la vida? ¿La formación de la primera estrella o la creación de la primera célula? Hay quien dice, incluso, que esta reflexión sobre el inicio de la vida no debería existir, que no es ciencia siquiera, porque hace miles de millones de años allí no había nadie y los científicos no pueden experimentarlo empíricamente, sólo construir modelos, teorías... ¿Podemos realmente saber algo sobre el inicio de la vida? Ésta es la gran pregunta que le formulo a Ricard Guerrero, catedrático de Microbiología de la Universidad de Barcelona. En su opinión, «cada día sabemos más sobre el origen de la vida en la Tierra. Los estudios contemporáneos sobre el asunto comenzaron en 1953 impulsados por Stanley Miller y lo hicieron con un optimismo desmesurado que la experiencia se encargó de desmentir. No obstante, podemos decir aproximadamente cuándo empezó la vida y en qué condiciones. E incluso afirmar que antes de la vida celular, muy parecida a la nuestra, existió un mundo prebiológico de moléculas muy evolucionadas pero incapaces de subsistir por sí mismas».

El origen de la vida celular nos lleva de inmediato al concepto de evolución. Y éste, automáticamente, a nuestros ancestros. Hace poco se han descubierto restos de un primate que pueden datar de hace 3.600.000 años, casi cuatro millones de años. Tenía una estatura de 1,20 metros y un cerebro

mayor que el de un chimpancé. Es decir, que podría tratarse de uno de nuestros antecesores. María Teresa Abelló, bióloga y conservadora de los chimpancés en el zoo de Barcelona, piensa (siguiendo las tendencias más actuales) que no se debe hablar de una línea de evolución humana, sino que quizá existieron diversas líneas y que estos restos pueden pertenecer o no a la que derivó hacia el *Homo sapiens*.

Tras la elección del chimpancé como nuestro pariente más cercano parece esconderse una cierta prevalencia de la idea antropomórfica de la evolución. No cabe duda de que es el animal con quien compartimos mayor carga genética, pero eso no quiere decir que otros primates, por ejemplo los orangutanes, no hayan completado más o mejor su línea evolutiva. Incluso la coquetería nos confunde (se dice que el chimpancé es el único que se reconoce en un espejo), pero según Abelló, «se han dado casos de orangutanes que también lo han hecho y existe bibliografía sobre esto. En cualquier caso, los chimpancés sí se reconocen, e incluso pueden aprovechar la sesión ante el espejo para llevar a cabo su aseo personal».

Desde el punto de vista científico, regresar a los orígenes de la vida significa viajar a principios de la década de 1950. Fue entonces cuando un joven estudiante de 23 años se metió en su laboratorio y llevó a cabo un experimento de consecuencias incalculables. Tomó dos recipientes. Uno lo llenó de agua, simulando el océano y el otro de distintos gases: amoníaco, hidrógeno y metano. Después comenzó a jugar con ellos, simulando rayos mediante descargas eléctricas y *jeureka!* Resulta que consiguió sintetizar aminoácidos, los precursores orgánicos de las proteínas, la fórmula más elemental de la vida. Un experimento crucial. Otros investigadores, como Haldane y Oparin, habían propuesto que la vida apareció en una especie de *caldo primigenio* en el que flotaban y se mezclaban componentes orgánicos de diversa índole. Pero hasta el momento nadie había sido capaz de demostrar de dónde provenían esos componentes orgánicos. En 1950 Miller rozó con la punta de los dedos un suceso que debió ocurrir en la Tierra hace casi 4.000 millones de años.

La idea de Miller era simple en apariencia: aceptar que, si la vida había ocurrido, era porque era un proceso químicamente inevitable. Y si era químicamente inevitable, se podía reproducir en el laboratorio. Todo se basaba en simular la química existente hace 4.000 millones de años.

Cuando le entrevistamos en *Redes* Stanley Miller, aquel muchacho, tenía muchísimo más de 23 años*, pero seguía buscando el origen de la vida partiendo de los aminoácidos. Su acierto y el de sus colegas fue mezclar los mismos gases y materias que supuestamente había en la Tierra hace miles de millones de años y ser capaces de fabricar aminoácidos, los ladrillos con los que se «construyen» las proteínas y después las células.

¿Por qué no fueron capaces de lograr el segundo paso, es decir, partir de los aminoácidos para conseguir las proteínas y de ellas una célula viva? Por lo visto, como nos explicó Miller, «lo más difícil es conseguir polímeros de estos aminoácidos y lograr que se organicen de tal modo que se puedan autorreplicar, que se reproduzcan por sí mismos. Esto ha resultado muy difícil, creo que el problema estriba en que nos falta algún detalle. En cuanto descubramos el truco, la causa por la que esos aminoácidos no se “reproducen”, explicar lo que pasó hace casi 4.000 millones de años será más sencillo».

PURA QUÍMICA

El experimento de Miller fue continuado después por otros científicos, entre ellos Joan Oró, gran amigo de Miller, que descubrió cómo a partir del cianuro de hidrógeno (un compuesto frecuente en la Tierra hace 4.000 millones de años) podía aparecer la adenina, un elemento esencial de nuestro ADN. Aparentemente faltan pocos eslabones entre la quími-

* Stanley Miller, químico de la Universidad de California y buscador incansable del origen de la vida, falleció en mayo de 2007. Tuvimos el privilegio de charlar con él en *Redes* en enero de 1999. Desde aquí nuestro emocionado recuerdo.

ca de hace 4.000 años y la vida. «Bueno, faltan muchas cosas», nos explicó Miller, «pero la parte más difícil es obtener algo que pueda autorreplicarse, reproducirse a sí mismo, porque cuando algo es capaz de autorreplicarse entonces se inicia una evolución *darwiniana*. El problema radica en la naturaleza del primer material genético. El ADN (ácido desoxirribonucleico) y el ARN (ácido ribonucleico) se autorreplican hoy en día en la biología actual, y quizá fueron las primeras moléculas que se formaron en aquel océano primitivo, pero yo creo que existieron otras moléculas distintas, más prebióticas, más fáciles de sintetizar en condiciones primitivas. Y esas fueron la base del primer material genético».

Es como si hubiéramos descubierto la forma y el motor de la vida pero careciéramos del tipo de combustible que movió aquel motor. ¿Será posible que algún día encontremos el puente entre aquellas primeras estructuras y la propia vida, la vida que es capaz de reproducirse a sí misma? Para Miller no existe duda, si sucedió en la Tierra mediante procesos naturales podrá reproducirse en el laboratorio. Es más, piensa que si se encontrara otro planeta en el que se dieran las mismas condiciones que se dieron en la Tierra, la aparición de vida igual a la nuestra sería inevitable. Pura química.

Tal afirmación puede leerse al revés: si se dieran unas condiciones distintas, podría aparecer un tipo de vida distinto. Según Miller, aunque no lo sabemos, es francamente improbable, pues aunque las proteínas fueran diferentes y los ácidos nucleicos tuvieran distinta base, las estructuras de partida serían las mismas. Aunque, admite, hay científicos que piensan lo contrario. Naturalmente, cuando habla de estructuras de partida está hablando de aminoácidos y de azúcares.

Otra manera más reciente y tal vez más moderna de enfocar este problema primigenio, es decir —como ha dicho Kauffman— que la vida es una propiedad emergente que surge cuando la diversidad molecular de un sistema químico prebiótico va más allá de cierto umbral de complejidad. En este sentido, la vida no está localizada en las propiedades de nin-

guna molécula individual (el ADN), sino que es una propiedad colectiva del sistema de interacción de las moléculas.

En el apasionamiento que producen estos temas, esta impresión de estar tocando el principio de todo, surgen preguntas difíciles de abarcar, desmesuradas quizá, pero que tienen su origen en nuestra propia sangre. ¿Qué pasa con elementos como el carbono o el hierro? Fueron formadas por otros soles o estrellas miles de millones de años atrás y todavía forman parte de nuestros huesos, nuestras células, nuestra sangre. ¿Nos lleva la biología a la cosmología? ¿Tenemos que descubrir los orígenes del universo para conocer los orígenes de la vida? Para Miller la cuestión debe pensarse al contrario: «El término “estructuras básicas” se refiere sobre todo a los azúcares y los aminoácidos, y no pienso que la biología nos lleve a la cosmología, sino más bien al revés. En el *Big Bang*, hace aproximadamente 14.000 millones de años, se formaron hidrógeno y helio, y los elementos como el carbono, el nitrógeno, el oxígeno y el hierro se formaron en una *supernova*, que es una estrella que explotó, y eso diseminó los elementos, que se unieron para formar el Sol y los planetas y, por tanto, también llegaron a nuestros cuerpos. Son elementos que conforman la Tierra, todo lo que en ella existe, y permanecerán aquí miles de millones de años porque bajo ciertas condiciones de temperatura son estables. Si colocáramos esos elementos terrestres en una estrella se transformarían en otros, pero si la evolución se repitiera en otro planeta creo que se llegaría al mismo grado que tenemos en la Tierra. Es bastante razonable pensar que en otros planetas haya seres inteligentes y civilizaciones que se comuniquen».

AGUA LÍQUIDA Y ESTRUCTURAS BÁSICAS

¿Cómo es posible que delante de una diversidad tan increíble de formas de vida exista una uniformidad tan aplastante en lo que se refiere a sus estructuras básicas? Pocas de ellas combinándose desde el principio de los tiempos han generado

dinosaurios, seres humanos, pájaros... Para Miller, el secreto está en que «las estructuras básicas aparecieron en una fase muy incipiente de la evolución, y todos los seres vivos utilizan básicamente las mismas. Pero si las unimos de manera distinta, aparecen proteínas y estructuras diferentes; la evolución *darwiniana* ha usado esas proteínas y ácidos nucleicos para convertirlos en organismos distintos que viven en lugares dispares».

El viaje de la cosmología a la biología que propone el profesor Miller conlleva interrogantes ante los que cualquiera tiende a enmudecer: que esos «elementos» evolucionaran hacia estructuras mucho más complejas es difícil de comprender, pero puede asumirse. Algo distinto ocurría cuando se empezó a pensar que esa mayor complejidad podía desembocar en la inteligencia y la conciencia. Hoy existe un consenso, no obstante, para aceptar que la inteligencia es un fenómeno social. No hay reto mayor para los homínidos que lidiar con el vecino pero al mismo tiempo ese reto nos obliga a desarrollar la inteligencia.

Pero esta «creación» de inteligencia Miller la contempla a escala cósmica: «Creo que sí, no en todos los planetas, porque en algunos no habrá más que microorganismos, pero en otros, si las condiciones son correctas, evolucionarán hasta los seres superiores».

Admite discusión en cuanto al porcentaje en el que sucederá (o sucedió) de ese modo, «pero en cuanto se den las condiciones necesarias para originar vida sucederá, y quizá haya cientos o millones de estrellas o planetas de nuestra galaxia con vida inteligente». Por otra parte, este concepto mecanicista de la inteligencia (es decir, que la inteligencia aparece como un producto del proceso evolutivo) le parece también innegable: «Basta con observar a los animales y comprobar que son más inteligentes cuanto más cerca se encuentran, evolutivamente hablando, de los humanos».

Que los elementos químicos (como carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno...) originados por el *Big Bang*, al relacionarse de modos diversos formen diferentes estructuras básicas

(aminoácidos y azúcares), y que éstas se combinen formando distintas proteínas y estructuras, que aliadas con ácidos nucleicos formen diferentes organismos, y que éstos a su vez evolucionan según las leyes de Darwin, sigue sin hacernos evidente la diferencia que existe entre un objeto inerte y un ser vivo, entre un pájaro y un vaso. La respuesta está en una cualidad: la autorreplicación. Si hay autorreplicación hay mutación, y también diversidad y evolución. «Muchos compuestos de carbono no están vivos (por ejemplo, los plásticos) y sólo los seres vivos pueden reproducirse y evolucionar. Ésta es la diferencia».

Como para cualquier científico, para Miller el acontecimiento más importante que podría ocurrir en el campo del conocimiento sería aquel que confirmara sus hipótesis. Por tanto, «encontrar vida en Marte o recibir señales de radio de más allá del Sistema Solar sería estupendo y puede suceder». Aunque pensándolo algo mejor y pese a sus certezas, concluye que «comprender de verdad cómo apareció la vida en la Tierra sería otro gran acontecimiento». A día de hoy todavía no lo hemos hecho, pero consuela pensar que, mientras tanto, hemos averiguado algunas cosas más.

Según Ricard Guerrero, no sólo algunas, sino muchas cosas más. Por ejemplo, hemos descubierto que es condición imprescindible la presencia de agua líquida para que exista vida. Por tanto, dependiendo de la presión, en cualquier planeta con una temperatura menor de 100 °C puede haber agua líquida, con lo que se darían los elementos para la vida. Y digo dependiendo de la presión, pues en lugares con altas presiones, como en el fondo del mar, a una profundidad de 2.500 metros, hay agua líquida a una temperatura de 120 °C.

Partiendo de un concepto casi «milagroso» de la vida, de algo que se daría con una dificultad asombrosa, hemos pasado a conocer su origen desde elementos tan sencillos como el hidrógeno y el oxígeno. Casi familiares. Sabemos eso, pero mucho más importante es haber llegado a saber que «si la vida se hubiera solamente dado y no evolucionado, se habría agotado en nuestro planeta en unos 300 millones de años. Te-

nemos idea de que la vida empezó hace 3.850 millones de años cuando las condiciones eran adecuadas, pero hace 3.500 se habría podido acabar». La razón es que se habría terminado la materia desde la que se producía. La simple evolución de los materiales habría agotado el carbono, el hierro presente en la corteza terrestre y ahí se habría detenido la vida... Pero entonces «los organismos descubrieron el primer ecosistema, el primer método según el cual se podían reciclar los elementos y, desde entonces, desde el punto de vista de la materia, la vida se hizo sostenible». La energía (el Sol) era inagotable, pero la materia...

Teóricamente, el mecanismo era, es, sencillo: el organismo 2 aprovecha lo que hace el 1 y el organismo 3 aprovecha lo que hace el 2 y el organismo n aprovecha lo que hace el $n - 1$, pero produce un material que puede ser aplicado y utilizado, a su vez, por el organismo 1. A esto los científicos lo llaman «colaboración simbiótica», aunque Ricard Guerrero prefiere verlo como «una buena lección que debemos aprender los humanos: que cuando producimos algo tenemos que pensar en cómo reciclarlo».

En este momento me acuerdo de mi charla con Daniel Dennett, filósofo y también uno de los grandes científicos del momento y un apasionado de la colaboración entre las especies, porque piensa que en ella residen las verdaderas respuestas de la evolución y de la vida.

Su teoría, más o menos, se resume así: «Uno de los momentos más importantes en la evolución de la vida tuvo lugar hace más de mil millones de años. Las células procariotas simples y primitivas fueron invadidas por otras células vecinas y apareció un nuevo tipo de célula, la eucariota. Esta célula, que podríamos considerar como una célula procariota infectada, era más competente que las demás, puesto que era el resultado de la unión de fuerzas entre varias células. Por tanto, en vez de pensar en estos invasores como parásitos deberíamos considerarlos como visitantes simbióticos muy útiles. Cada uno de nosotros aloja miles de variedades de visitantes simbióticos. Llevamos bacterias en el aparato digestivo, áca-

ros en el pelo o en la piel. En este momento hay miles de visitantes simbióticos en todos ustedes, y mejor así».

Dennett no trata de ponernos nerviosos al hablar de estos visitantes simbióticos. Yo también los tengo en mi cuerpo y por más que me duche siguen ahí. Y está bien que así sea, porque no podría vivir si no fuera por algunos de ellos. Sin esa simbiosis con células distintas que podían absorber oxígeno sin perecer, producir más energía o ir más deprisa no se habría formado la comunidad andante de células que nos sostiene.

A VUELTAS CON LA EVOLUCIÓN

Sigo dándole vueltas a las palabras de Miller... Es difícil admitir que una máquina, si continúa cerca del hombre (es decir, si el hombre sigue prestándole atención), pueda evolucionar hasta ser consciente. «Fíjate en los animales», me dijo Miller. María Teresa Abelló es una gran experta en animales y ella también sostiene que cuando están cerca del hombre evolucionan más. Es de las que defiende la importancia del entorno hasta el extremo de vincularlo con el desarrollo de diferentes organismos, algo que, bien pensado, nos remite a un estudio del Instituto de Tecnología de Massachusetts que demuestra que los benjamines de la familia destacan por ser más rebeldes pero también más innovadores que sus hermanos mayores. Según Abelló, es posible que el entorno, sus circunstancias, les empujen a más.

Cuesta sin embargo admitir que, por ejemplo, el chimpancé «se haya quedado donde está» simplemente porque su entorno no le exigió más, porque no se movió hacia un entorno más desafiante, más difícil. «Es muy lógico pensar eso», dice Abelló. «Los ecosistemas se forman también con los individuos que los pueblan y ayudan a que permanezcan estables. Si un animal se adapta, permanece, y no surge nada que le desplace de su lugar, se especializa en esas condiciones dadas y no evoluciona. El ser humano parece que abandonó

“su ecosistema” reiteradamente, invadiendo diversas áreas del planeta hasta ocuparlo todo y, en cada ocasión adaptándose a diferentes condiciones de vida».

Entre tanta confianza en la evolución como la que se desprende de las palabras de María Teresa Abelló, algunos conservamos dudas, interrogantes... quizá debidos a la ignorancia. Hay cosas que para muchos siguen siendo un misterio. Por ejemplo, el asunto del oxígeno. Los científicos dicen que en la Tierra primordial no había oxígeno, pero si no había oxígeno tampoco pudo haber ozono y, por tanto, nada protegía al planeta de los rayos solares ultravioleta, que habrían acabado con todo. Y sin embargo la vida empezó sin oxígeno. «Empezó de una manera anaeróbica, es decir, sin oxígeno. De la misma manera que las bacterias que producen la fermentación del vino o la cerveza hoy en día, que no necesitan oxígeno para nada. Es más, el oxígeno es un producto biológico, algo que aparece porque unos seres a los que llamamos cianobacterias comienzan a producirlo a partir del agua». Estas palabras de Ricard Guerrero sobre las cianobacterias productoras de oxígeno nos hacen imaginar un planeta recubierto de miles de millones de cianobacterias emitiendo burbujas. «Sí, y eso ocurrió, tardó unos mil millones de años en completarse el proceso que, además, tuvo consecuencias insospechadas: murieron organismos preexistentes, porque el oxígeno es letal». He contemplado docenas de frascos llenos de cianobacterias ondulantes en el laboratorio de la bióloga Betsy D. Dyer. ¿Cómo es posible que organismos aparentemente tan ajenos a nosotros nos fabricaran una atmósfera a medida?

Para nosotros el oxígeno resulta imprescindible para vivir, por eso no es fácil de entender que el oxígeno mate, pero lo hace si no dispones de una serie de enzimas que te protejan de sus efectos, literalmente abrasadores. «Sin oxígeno no se habría podido mantener la vida vegetal, la vida animal y, por supuesto, la vida intelectual, porque el oxígeno es necesario para respirar y para obtener más energía de los alimentos. Hubo un momento en que la primera gran hecatombe ecológica habría podido acabar con la vida, pero ésta evolu-

cionó ante la presencia de oxígeno, y hoy en día hay muchos organismos que dependen de él, que resisten sus escasos efectos nocivos y lo utilizan como nosotros para respirar, pero también existen microorganismos que nos recuerdan que la vida empezó sin oxígeno, porque continúan viviendo en condiciones totalmente anaeróbicas».

Hasta hace no demasiado tiempo pensábamos que la Tierra reunía unas condiciones muy particulares y que sólo en esas condiciones se había podido producir la vida. Ahora la propuesta es totalmente distinta: si la vida no hubiera aparecido, la situación actual de la Tierra sería idéntica a la que hay hoy en Venus (que está más cerca del Sol) o Marte, algo más alejado. Nosotros estamos, más o menos, en medio. Las condiciones de Venus y Marte hoy son muy similares entre sí y las de la Tierra, muy distintas a las de ambos. La razón es que en la Tierra, en un momento dado, apareció la vida. Apareció la atmósfera, con el oxígeno y el nitrógeno, y gracias a eso se mantiene en un equilibrio estable.

¡QUÉ DESPERDICIO!

Aquí estamos, subidos a este peñasco llamado planeta Tierra, que gira sobre sí mismo cada 24 horas a una velocidad aproximada de 30 kilómetros al minuto. Aquí estamos, digo, interrogándonos y respondiendo a cuestiones que hace sólo unas décadas quedaban relegadas a los dominios de Dios, de la ignorancia o de los profetas. Son tiempos de grandes preguntas: ¿Qué pasa con la vida en otros planetas?

Según los últimos descubrimientos, su existencia es perfectamente plausible. Recientemente se descubrió que en la Tierra existe vida bacteriana en simas de dos kilómetros de profundidad. Bacterias que no necesitan el Sol, que consumen hidrógeno producido en las rocas y soportan bajísimas temperaturas. Sólo una cosa condiciona su vida: la existencia de agua líquida. Pero esa vida que continúa latiendo a 2.000 metros de la superficie comenzó sobre ella. Estos hechos, me

cuenta Guerrero, «han ampliado totalmente el paradigma. Ya no necesitamos tener un planeta de tamaño parecido a la Tierra, al lado o cerca de ella, a una distancia de 150 millones de kilómetros, que es una unidad astronómica correspondiente a la distancia media de la Tierra al Sol. Y la estrella no tiene por qué ser parecida al Sol. Es decir, que donde haya un planeta en unas condiciones determinadas y en el que todavía haya actividad, puede haber vida. En la Luna no, porque está muerta, pero sí en otros planetas». Es decir, que las posibilidades son muchísimas y la vida puede ser una consecuencia de la evolución planetaria en cualquier sitio del universo. Lo contrario parecería un desperdicio de espacio, porque la Tierra es un pequeño planeta de una pequeña estrella, que a su vez pertenece a una galaxia mediana. Pero esa galaxia forma parte de un cúmulo de galaxias que están junto con muchas otras. Si realmente sólo hubiera vida y —además sólo vida inteligente— en la Tierra, la mayor parte del universo se habría desperdiciado. Ésta sería, al menos, la opinión de un gran número de científicos en nuestro tiempo. Pero nadie puede, desde luego, excluir la idea escalofriante de que estemos solos en el universo; de que «la vida» —como ha dicho Ken Nealson, el biólogo de la NASA que dirigió durante mucho tiempo los equipos multidisciplinares encargados de buscar vida en el universo—, «es una equivocación». Algo irrepetible.

Todo esto lo pensamos, decía, desde un peñasco que gira sobre sí mismo y se desplaza a más de 200 kilómetros por hora de una galaxia situada en un universo en expansión. Y no se nos mueve un pelo.

PERO ¿SOMOS MONOS O NO SOMOS MONOS?

En realidad es una respuesta que ya no nos preocupa tanto, porque al menos ya sabemos qué tipo de mono somos. Es muy difícil afirmar que somos, como decía Miller, «los únicos que estamos aquí, en todo este mar de estrellas».