

La trascendencia de lo minúsculo

"La química del carbono es la química de la vida: múltiples combinaciones de átomos, construidas siempre sobre un esqueleto carbonado, que engendran la enorme variedad de moléculas que aparecen en los seres vivos"



David G.
Jara

CARBONO



Átomos, moléculas de carbono, celulosa, proteínas... El enorme y complejo mundo de los seres vivos se sustenta sobre diminutas partículas a las que solemos prestar poca atención. Sumérgete en el universo de lo diminuto, ese que hace posible que la Tierra esté poblada por millones de seres vivos diferentes.

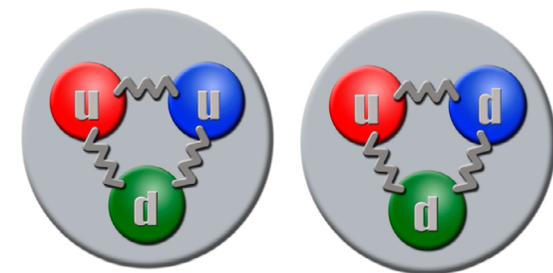
La historia del universo es la crónica de una persistente búsqueda del equilibrio; y la vida es el capítulo más extraordinario que jamás haya concebido este inestable universo. Mas, siendo la vida un evento fabuloso, con demasiada frecuencia nos dejamos obnubilar por la magnificencia macroscópica de los seres vivos: la belleza y complejidad de los organismos, la heterogeneidad de sus comportamientos, su capacidad de adaptación a innumerables y cambiantes condiciones..., sin percatarnos de que la vida misma tiene su germen en lo invisible. Escapando de nuestra percepción, inevitablemente ignoramos que los quarks y los electrones, los átomos y las moléculas, y todas las fuerzas que se establecen y se disipan constituyen la fuente primigenia engendradora de la vida. Ciertamente que esta es mucho más compleja que las minúsculas partículas que la conforman, y que posee características que están ausentes en sus constituyentes; pero no es menos evidente que todas las propiedades que hacen de la vida un evento singular emanan de sus microscópicos componentes. De modo que si pretendemos aunque solo sea intuir el misterio que rodea la vida deberemos empezar, necesariamente, por conocer la materia con la que se ha modelado.

“Si pretendemos, aunque solo sea intuir el misterio que rodea la vida deberemos empezar, necesariamente, por conocer la materia con la que se ha modelado”

La vida, de igual modo que todo lo que nos rodea, está constituida por materia, pero perfectamente pudo no haber sido así. Hace aproximadamente 4.500 millones de años, tras ese evento creador del espacio y del tiempo que conocemos como Big-Bang, comenzó una “lucha” entre las partículas de la materia y de la antimateria que, tras muchas horas de pelis de *Star Wars*, mi cerebro recrea como una batalla de las fuerzas del bien contra las del lado oscuro. Los electrones y los quarks son las partículas más pequeñas de la materia, que al encontrarse cara a cara con sus antipartículas de antimateria (los positrones y los antiquarks) se destruyen en un fogonazo.

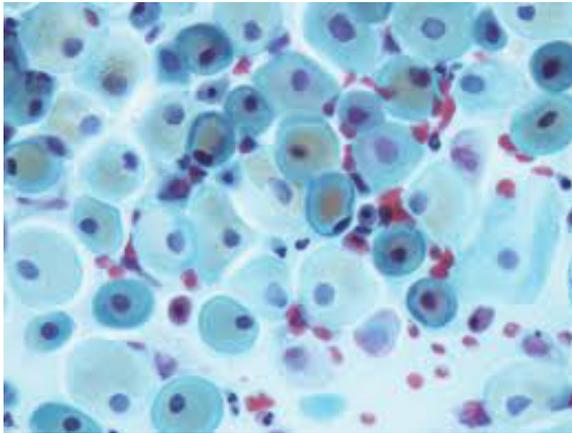
El universo en formación poseía una ligera asimetría a favor de las partículas de materia que decantó la balanza hacia los quarks y los electro-

nes. La victoria de la materia marcó el inicio de una muy fructífera carrera en busca del equilibrio en la que todavía anda envuelto nuestro universo. En primer lugar, los quarks se estabilizaron asociándose de tres en tres, gracias a la actuación de un tipo de fuerza conocida como ‘nuclear fuerte’, y al hacerlo nacieron los protones y los neutrones. Los protones son partículas con carga positiva, de modo que ya sea de forma individual o agrupándose con los neutrones, atrajeron a los electrones de carga negativa. La fuerza electromagnética de atracción se encargó de unir el núcleo positivo con el electrón negativo, dando no solo toda la razón al dicho de que los extremos se atraen, sino además originando el primer átomo. Solo átomos muy sencillos como el hidrógeno (formado por un protón y un electrón) y el helio (dos protones, dos neutrones y dos electrones) aparecieron instantes después del Big-Bang. Los otros átomos que conocemos, hasta



A la izquierda aparece representado un protón, formado por la asociación de dos quarks up (u) y un quark down (d). A la derecha se representa un neutrón, constituido por un quark up (u) y dos quarks down (d).





Células de tejido animal vistas al microscopio

116 distintos, se engendraron en el núcleo de las estrellas, en las explosiones de las supernovas y, mucho más recientemente, entre las paredes de un laboratorio. No obstante, el enorme hito que supuso el átomo tampoco fue suficiente para que el universo alcanzase el equilibrio que, todavía hoy, está buscando.

Es cierto que seis de sus criaturas, los famosos gases nobles (elementos químicos inertes como el helio o el argón), poseen átomos estables, pero no sucede así con la inmensa mayoría de sus compañeros en la tabla periódica. Los átomos tratan de encontrar el equilibrio imitando a los gases nobles, de modo similar a un niño que repite el comportamiento de sus progenitores para convertirse en adulto. Y como la estabilidad de un átomo se encuentra vinculada a la disposición que adquieren los electrones en la corteza, los átomos inestables deben jugar con estas indivisibles y negativas partículas subatómicas hasta mimetizar a

La glucosa que en este preciso momento está utilizando alguna de las células de tu cerebro no tiene nada de especial; es la misma que, como tantas otras, fabricó alguna planta mediante la fotosíntesis.

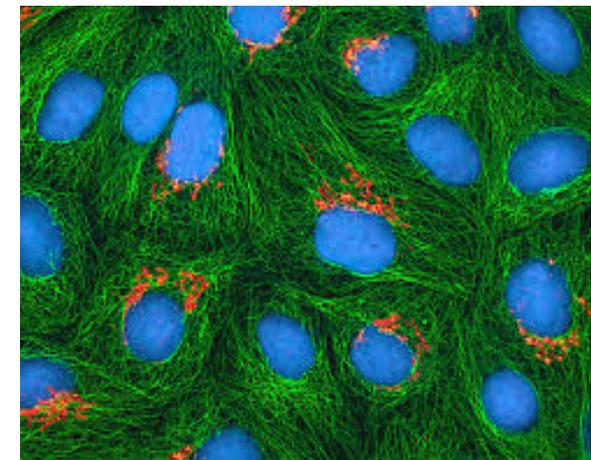
los gases nobles. Así, los átomos trapichean entre ellos con sus electrones: unas veces los regalan, otras los aceptan, si no queda más remedio los comparten, o, simplemente, se deshacen de ellos. Esta estrategia permite a los átomos ganar o perder los electrones que necesitan para encontrar el equilibrio; pero el trajín que se han traído no les sale del todo gratis: al jugar con sus electrones, los átomos pierden su independencia y quedan unidos unos a otros formando las moléculas.

Las moléculas constituyen respecto a los átomos un grado mayor de complejidad de la materia, ya que están formadas por la unión de dos o más átomos, pero de ningún modo podemos asociar indisolublemente la formación de las moléculas con la aparición de la vida. Básicamente por el hecho de que existen infinidad de moléculas diferentes, y solo una pequeña (aunque gigantesca) parte de ellas aparecen vinculadas a la vida.

¿Qué características especiales debe poseer una molécula para aparecer de forma exclusiva en los seres vivos? Bueno, pues tengo que reconocer que desconozco la importancia del tamaño en otros ámbitos y bajo otras circunstancias, pero

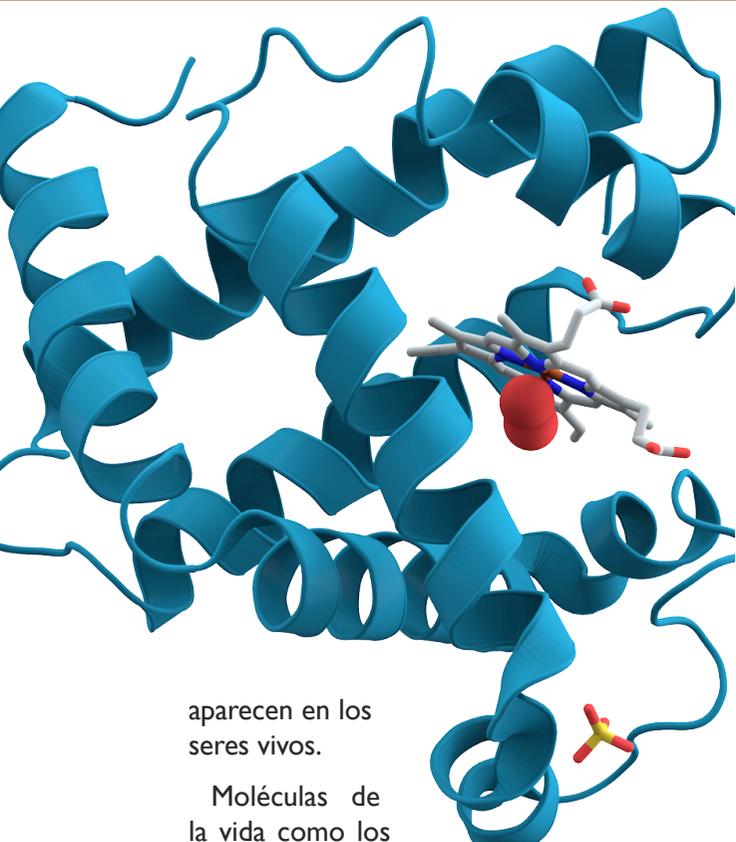
en el caso de las moléculas que sustentan la vida el tamaño es un factor que resulta clave. Las moléculas cuya exclusividad detentan los seres vivos se caracterizan por su gran tamaño: son moléculas gigantes formadas por una enorme cantidad de átomos. Y resulta que en este universo solo existe un elemento químico que, como consecuencia de la competencia que posee para establecer largas cadenas, tenga la habilidad de formar moléculas gigantescas: el átomo de carbono.

La química del carbono es la química de la vida: el átomo de carbono con cuatro valencias, que actúan a modo de un número idéntico de imaginarios brazos, puede aferrarse a otros átomos de carbono, que a su vez atraparán diferentes átomos de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo... Múltiples combinaciones de átomos, construidas siempre sobre un esqueleto carbonado, que engendran la enorme variedad de moléculas que



Células vegetales vistas al microscopio



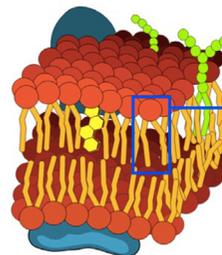


aparecen en los seres vivos.

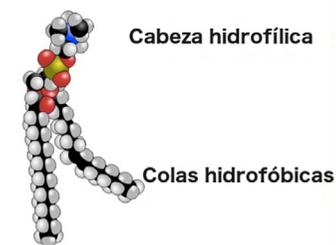
Moléculas de la vida como los hidratos de carbono, que atesoran en sus enlaces la energía que las plantas han arrebatado al sol implementando la fotosíntesis. Estas moléculas -entre las que destaca la glucosa- constituyen el combustible que el resto de organismos, incapaces de atrapar siquiera una minúscula chispa de la radiación que emite nuestra estrella, necesitamos y utilizamos para vivir. Al transformar la glucosa que ingerimos con los alimentos en moléculas tan sencillas como el agua o el dióxido de carbono, conseguimos extraer una diminuta porción de la energía que en el pasado liberó

La imagen de la izquierda representa un fragmento de la membrana plasmática de una célula animal, en la que se puede observar la bicapa lipídica que la conforma. La imagen de la derecha representa uno de los fosfolípidos que forman la bicapa lipídica de una membrana. En el fosfolípido podemos distinguir su región hidrofílica e hidrofóbica.

Bicapa lipídica



Fosfolípido



Las moléculas constituyen respecto a los átomos un grado mayor de complejidad de la materia, pero de ningún modo podemos asociar indisolublemente la formación de las moléculas con la aparición de la vida

el Sol. Personalmente me seduce pensar que la energía que estoy empleando para teclear estas palabras en el ordenador procede de las reacciones de fusión nuclear que se dieron en una estrella mediana situada a unos 150 millones de kilómetros de mi habitación.

No obstante, a pesar de la enorme fama que por su utilidad ha alcanzado la glucosa, el hidrato de carbono más abundante en nuestro planeta (la celulosa) no es una molécula destinada a proporcionar energía, sino dedicada, como los ladrillos en una casa, a formar estructuras de sostén. La celulosa aparece relleno la pared celular en los vegetales, y gracias a su labor las plantas presentan rígidos tallos que las sostienen y acercan al sol. Pero si tenemos que hablar de un grupo de moléculas cuyo papel diseñando estructuras resulta del todo imprescindible para el origen de

la vida, esa no es otra que la familia de los fosfolípidos.

Los fosfolípidos son moléculas que, a lo Doctor Jekyll y Señor Hyde, presentan dos caras opuestas: una región de la molécula se muestra atraída por el agua (hidrofílica), mientras que la otra se ve repelida por ella (hidrofóbica). Comportamiento que podría parecer irrelevante pero que, muy al contrario, se ha manifestado clave tanto en el origen como en el mantenimiento de la vida. Los duales fosfolípidos se disponen en el medio acuoso formando una doble capa con su parte hidrofílica dirigida hacia el exterior y sus elementos hidrofóbicos enfrentados y dirigidos hacia el interior. De este modo, se forma una estructura esférica que separa dos entornos, tal y como lo hace la membrana celular -formada por fosfolípidos- con el citoplasma y el medio extracelular.



Sin la presencia de estas moléculas la célula no podría haber existido, pero en la familia de los lípidos encontramos muchas otras moléculas que también desempeñan un papel relevante en la historia de la vida. Las esencias que las angiospermas utilizan para atraer a sus polinizadores, los triglicéridos que conforman la capa de grasa que aísla del frío y aporta energía a muchos animales, la cera con la que construyen sus colmenas las abejas, o el colesterol del que derivan sustancias tan vitales como las hormonas sexuales o la vitamina D, también pertenecen a la heterogénea familia de los lípidos.

No obstante, a pesar de la indiscutible relevancia de los hidratos de carbono y de los lípidos, cuando miramos a otro ser vivo lo que vemos en él, lo que realmente lo define, son sus proteínas. El pelo, la piel y los músculos están elaborados a base de proteínas; pero los seres vivos exigimos a estas complejas moléculas mucho más que una simple, aunque imprescindible, tarea estructural. De ese modo, los anticuerpos que nos defienden de los patógenos, las moléculas que transportan el oxígeno en la sangre, las sustancias que engendran el dolor que nos produce la espina de una rosa y el placer que sentimos al besar a un congénere, o las enzimas que permiten que reacciones químicas incompatibles con la vida se produzcan en nuestro organismo con total facilidad son todas ellas sustancias de naturaleza proteica. Aunque si me pides una definición aún más precisa de una proteína, tendría que responderte como el poeta y decirte que proteína... proteína eres tú.

Y es que no hay nada que sea tan tuyo como

“Tú posees la exclusividad del ADN que hay en tus células, y por ese motivo tú eres un ser irreplicable, parecido pero a la vez distinto al resto de organismos que pueblan y han poblado este planeta”



tus proteínas. Las proteínas, a diferencia de otras moléculas como los lípidos o los hidratos de carbono, son características de cada especie y específicas de cada individuo. La glucosa que en este preciso momento está utilizando alguna de las células de tu cerebro no tiene nada de especial; es la misma que, como tantas otras, fabricó alguna planta mediante la fotosíntesis. Por el contrario, las proteínas que forman tus músculos han sido sintetizadas por los ribosomas de tus células siguiendo instrucciones precisas codificadas en otra de las moléculas de la vida: tu ADN. Tú posees la exclusividad del ADN que hay en tus células, y por ese motivo tú eres un ser irreplicable, parecido pero a la vez distinto al resto de organismos que pueblan y han poblado este planeta.

Sin duda, cada uno de nosotros somos mucho más complejos que las moléculas que nos dan

forma, pero en menor o mayor medida toda esa complejidad no deja de ser la consecuencia de las moléculas que nos constituyen. La incesante búsqueda del equilibrio en la que se encuentra inmerso nuestro universo ha originado una cada vez mayor complejidad de la materia: desde las sencillas partículas subatómicas que constituyen el átomo, pasando por su asociación para originar las moléculas, hasta desembocar inesperadamente en la aparición de la vida. De modo que, cuando nos sentimos sobrecogidos por los aullidos con los que el lobo saluda a la luna, abrumados por la belleza de la cola del pavo real, sorprendidos por la capacidad de adaptación de un vegetal o por la inteligencia que muestra un homínido, no debemos olvidar que la fuente de toda esa complejidad emana de las minúsculas partículas sobre las que cada día se levanta la vida ■

