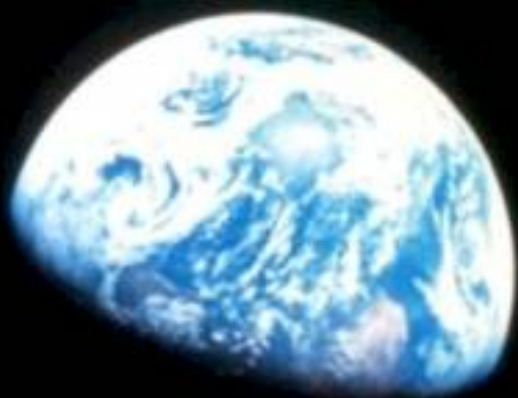


FRONTERAS II



**Isaac y Janet
Asimov**

**Los descubrimientos mas recientes
sobre la vida, la Tierra, el espacio y
el universo.**



A mi marido, Isaac Asimov, le gustaba la ciencia y escribir sobre ella. Los artículos de su columna científica semanal para -Los Ángeles Times Syndicate- se recopilaron en Fronteras. Fronteras 2 contiene el resto de las columnas de Isaac Asimov y algunas más. Empecé a escribirlas cuando Isaac se puso enfermo en el invierno de 1991-1992, y continué después de su muerte en abril de 1992. A pesar de la exactitud de las predicciones, el futuro es desconocido, hasta que se convierte en presente. En este libro aparecen los descubrimientos científicos en marcha en la actualidad con la esperanza de estimular las imaginaciones al tiempo que aclaren un poco nuestro complicado mundo.

A la memoria de mi querido esposo Isaac Asimov

Índice de autores

Isaac Asimov es autor de las tres cuartas partes de los artículos.

Artículos, por Isaac y Janet Asimov:

El poder de las proteínas • Cooperación vital • Izquierda, derecha • Genes en acción • La belleza de los microbios • El encanto de la diversidad • Ruido • El fenómeno de los Parques • Siempre la música • La utilidad de lo pequeño • Actualización de las Galaxias.

Artículos, por Janet Asimov:

Herencia ósea • Dinopaseo • Recuperados y vueltos a desaparecer • Material cabezón • Manto y núcleo • Agua: la circulación inferior • Aire: la circulación superior • Más sobre Venus • Marte para los humanos • Más sobre cometas • Nuestro propio sol privado • Procedente del Sol • Más sobre meteoros • ¡Basura! • Los bichos de dentro • Más sobre replicación • Nanomagia • Fullerenos fantásticos • El poder de las plantas • Ayudar a las plantas • Cucarachas y ordenadores • Otros tiempos y robots del futuro • El tango del agujero negro • Más allá de la realidad.

Introducción

El interés por la ciencia tiene muchas recompensas, pero la que más agradezco es la sensación excitante de situarme en la frontera. Mis antepasados formaron parte de los pioneros para los que la frontera americana supuso una experiencia vital. Esta frontera ha desaparecido, pero siempre habrá fronteras en todos los aspectos de la ciencia, puesto que resolver un problema científico abre horizontes que abarcan nuevos problemas para ejercitar la curiosidad y el pensamiento humanos.

A mi marido, Isaac Asimov, le gustaba la ciencia y escribir sobre ella. Los artículos de su columna científica semanal para «*Los Angeles Times Syndicate*» se recopilaron en Fronteras. Fronteras II contiene el resto de las columnas de Isaac y algunas de las mías. Empecé a escribirlas cuando Isaac se puso enfermo en el invierno de 1991-1992, y continué después de su muerte en abril de 1992.

A pesar de la exactitud de las predicciones, el futuro es desconocido, hasta que se convierte en presente. En este libro aparecen los descubrimientos científicos en marcha en la actualidad con la esperanza de estimular las imaginaciones al tiempo que aclaren un poco nuestro complicado mundo.

Janet Asimov

PRIMERA PARTE

VIDA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

El poder de las proteínas

«Proteína» es una palabra singular y una porción del Universo todavía más singular. Procede de un étimo griego que quiere decir «de importancia primordial», y así es, puesto que sin proteínas no habría vida.

Proteína fue el nombre sugerido por el empedernido acuñador de nombres de compuestos orgánicos, el químico sueco Jöns Jakob Berzelius. El químico holandés Gerardus Johannes Mulder siguió la sugerencia de Berzelius en 1839 cuando desarrolló una fórmula básica para los que en esa época se denominaban «compuestos albuminosos», como la clara del huevo (caseína) o la globulina sanguínea.

Los carbohidratos y las grasas proporcionan carbono, hidrógeno y oxígeno (en varias formas); pero las proteínas proporcionan además nitrógeno, azufre y a menudo fósforo. Las proteínas son complejas y sólo en la actualidad los científicos están descubriendo en toda su extensión estas formas complejas de la célula viva.

Los métodos antiguos de análisis orgánicos eran demasiado bastos para descifrar la estructura de las proteínas, pero permitían analizar sus unidades estructurales de aminoácidos formados por: un patrón básico de átomos de hidrógeno y nitrógeno; un grupo de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, y un grupo radical de átomos que identifica a un aminoácido determinado.

Como resultado que otro químico sueco, Theodor Svedberg, inventara la ultracentrífuga en 1923 (por lo que le

concedieron el premio Nobel), los científicos pudieron determinar los pesos moleculares de muchas proteínas, basándose en la velocidad de sedimentación. Los resultados fueron asombrosos, ya que se observó que algunas proteínas tenían pesos moleculares del orden de millones, lo que indicaba que su estructura era realmente compleja.

La tecnología actual ha ayudado a examinar la estructura de las proteínas: resonancia nuclear magnética, cromatografía, espectrofotometría, difracción de rayos X, etc. Se descubrió que, a pesar del gigantesco número de aminoácidos posibles en teoría, las proteínas presentes en la Tierra contienen sólo veinte variedades. Es bastante probable que un filón de otro planeta no sea igual que el terrestre.

Durante años, los científicos creyeron que lo que descubrían sobre las proteínas en sus tubos de ensayo era verdad para las proteínas de las células vivas, pero esto ha resultado ser algo presuntuoso. Preguntas sin respuesta sobre las proteínas celulares están acaparando la atención de los científicos, ya que parece que las proteínas no se pliegan, enrollan o rompen por sí mismas. Necesitan ayuda.

«Plegar» es la palabra clave. Los aminoácidos que componen una proteína deben ser ordenados correctamente para que cada componente ocupe su lugar y realice la función adecuada. No puede haber un átomo de nitrógeno moviéndose libremente, cuando debe estar ensamblado a algún otro. Mary-Jane Gething y Joseph Sambrook han descrito las interesantes funciones de ciertas proteínas celulares que ejercen de enlaces. Parece que su función consiste en: 1) ayudar a las moléculas de proteínas complejas a plegarse de forma adecuada; 2) estabilizar compuestos intermedios parcialmente plegados o proteínas inactivas; 3) reordenar las macromoléculas celulares que se unen y se disgregan; 4) proteger a las proteínas que padecen sobrecarga ambiental, y 5) decidir las proteínas que se deben destruir.

Todas estas investigaciones pueden parecer esotéricas, pero son de importancia vital. Estamos vivos, ¿por qué no saber todo lo posible sobre nuestra vida? Las nuevas investigaciones sobre proteínas de la biología molecular pueden permitir la comprensión y el tratamiento de varias enfermedades, incurables en la actualidad. Desarrollaría fármacos eficaces, diseñados para ayudar a las células a curarse a sí mismas y a prevenirse. Utilizando los «enlaces», la biotecnología podría ser capaz de producir proteínas humanas fundamentales, en cantidades impensadas en la actualidad.

También se describe a las proteínas como productores a la manera de cadenas de montaje, como bombas de transferencia y como los motores que, literalmente, impulsan la vida. En una conferencia reciente, la pregunta crucial era: ¿cómo usa la energía química la fabricación de proteínas? Algunos piensan que el quid está en el cambio de forma, pero otros no están de acuerdo. Es difícil descubrir la verdad, puesto que, para entender cómo funcionan las distintas reacciones químicas, es necesario hacer un inventario de las partes implicadas, identificar los compuestos químicos intermedios de cada reacción, medir las constantes de velocidad para las transiciones y describir la estructura detallada de la proteína. Todavía no hay comprensión suficiente sobre cada una de estas etapas. Los bioquímicos y los biólogos moleculares continuarán con sus investigaciones sobre proteínas, así que mantengámonos al corriente. Cuando preguntaron a Freeman J. Dyson qué fue primero en la evolución de la vida, las proteínas o el ADN, respondió que las proteínas.

Entender las proteínas ayudará a la humanidad a profundizar más en los misterios, no sólo de la patología celular, sino del origen mismo de la vida.

¿La proteína más antigua?

Es probable que las proteínas más antiguas sean las que fueron descubiertas en 1991 por un equipo del Laboratorio Nacional de Los Álamos en Nuevo México, dirigido por W. Dale Spall. Fue resultado del estudio de unos huesos. Los huesos son algo más que minerales muertos. Contienen estructuras complejas de proteínas que permanecen incluso después de la muerte del organismo. Naturalmente, las proteínas se descomponen lentamente, pero en determinadas circunstancias no lo hacen por completo.

Los huesos que han proporcionado las proteínas más antiguas (posiblemente) son en sí muy poco corrientes, ya que proceden del dinosaurio más grande y más largo descubierto hasta ahora. Es el «sismosaurio», la primera parte de cuyo nombre quiere decir «terremoto» porque se piensa que, cuando andaba, hacía temblar la tierra.

Este sismosaurio se encontró en una excavación en la zona central de Nuevo México y mide cerca de cincuenta metros de largo.

Naturalmente, una criatura como el sismosaurio tenía unos huesos enormes y recónditamente podían contener proteínas protegidas del mundo exterior. El equipo de Los Álamos perforó y extrajo una muestra de una de las enormes vértebras del sismosaurio y utilizó disolventes para deshacer la materia inorgánica del fósil. Encontró un material que parecía ser proteico de dos, o quizá tres, tipos distintos.

Si fuesen efectivamente proteínas dispuestas en las vértebras a la muerte del animal, podrían tener unos 150 millones de años. Lo cual es todo un récord, ya que las proteínas más antiguas con las que los científicos han trabajado hasta ahora sólo tienen 1 o 2 millones de años. Por desgracia, no había material suficiente para poder identificar las proteínas. En los huesos comunes, la proteína más común es la que se conoce como «colágeno», pero no era éste el material obtenido del sismosaurio. Si se pueden identificar aminoácidos en el material, entonces no hay duda de que lo que contiene son proteínas.

Por supuesto, siempre hay problemas. Por ejemplo, en los años sesenta cayeron meteoritos que fueron analizados y se descubrió que contenían aminoácidos. Naturalmente, al principio, se dio por sentado que esto eran señales de vida en los meteoritos.

Sin embargo, hay dos tipos de aminoácidos, L y D: los L-aminoácidos están presentes en los seres vivos, pero los D-aminoácidos no. Si los aminoácidos se hubiesen formado en los meteoritos por procesos químicos ordinarios, debería haber aminoácidos D y L en cantidades iguales. Esto resultó ser así, pero no era una prueba de la existencia de vida.

Cuando se observó caer a los meteoritos en cuestión, se analizaron enseguida. Los que habían estado en el suelo durante cierto tiempo pudieran contener L-aminoácidos, no porque mantengan alguna conexión con la vida, sino porque la Tierra está llena de L-aminoácidos. Existen en las aguas subterráneas y en donde quiera que haya organismos vivos. En consecuencia, los meteoritos se contaminan.

¿Era el material proteico obtenido de los huesos del sismosaurio resultado de esta contaminación? Spall sostiene que puesto que los huesos del sismosaurio estaban extraordinariamente bien conservados, la proteína podría estar sin contaminar por el agua subterránea, aunque admite que también existe esta posibilidad. Stephen A. Macko, un geo-

químico de la Universidad de Virginia, ha ayudado a analizar el material proteico de huesos de dinosaurio y señala que, incluso si hay aminoácidos presentes, puede ser que no formen parte de las moléculas de proteína sino de otras sustancias.

Así que la situación sigue siendo incierta, pero sería de gran interés para los paleontólogos que el material fuera proteico y no estuviera contaminado. Si se acumula material suficiente, sería posible determinar el orden en que se disponen los aminoácidos y compararlo con el orden en otros tipos de dinosaurios, en reptiles vivos, en aves, etc. Macko señala que si se consigue esto, podrían descubrirse relaciones entre diferentes grupos de animales que, en la actualidad, no se puede determinar.

De esta manera, podremos formar un nuevo «árbol de la vida» más exacto que los que se establecen actualmente y que nos ayudaría a descubrir el curso del cambio evolutivo en tiempos primitivos.

Las distintas clases de vida

Recientemente, Carl Woese, un biólogo de la Universidad de Illinois, pergeñó un sistema nuevo de clasificación de todos los seres vivos en grupos y subgrupos. La división se basa en la estructura de las moléculas de ácido ribonucleico (ARN) de unos gránulos diminutos llamados «ribosomas», presentes en todos los seres vivos sin excepción.

Los ribosomas son los laboratorios vivos en los que se fabrican las proteínas, según las copias del ácido nucleico presente en todas las células, y la vida no puede existir sin proteínas. Los ribosomas deben de haberse formado en células muy primitivas, y las moléculas de ARN que los componen se han mantenido durante miles de millones de años experimentando cambios mínimos.

No obstante, se han producido algunos cambios menores. Por ejemplo, las moléculas de ARN están formadas por moléculas de menor tamaño, llamadas «nucleótidos». Cada molécula de ARN de los ribosomas tiene un arco en horquilla en determinado lugar. En este arco hay seis o siete nucleótidos. Las células con seis nucleótidos pertenecen a un gran grupo de organismos vivos. Hay algunas otras pequeñas diferencias que dividen a las células con siete nucleótidos en dos grandes grupos, habiendo tres en total.

Antaño, las formas de vida se dividían por su aspecto. Cuando jugamos a las «veinte preguntas», por ejemplo, seguimos dividiendo a las cosas en «animal, vegetal o mineral» porque consideramos que todos los seres vivos son

animales o plantas. También hay formas de vida microscópicas, a las que se acostumbra considerar animales o plantas. A las amebas, por ejemplo, se las consideraba animales y a las bacterias, plantas.

Con el tiempo, a medida que se estudia a las células más de cerca, se descubre que hay dos clases de células fundamentales. En las más primitivas, las moléculas de ácido nucleico están esparcidas por toda la célula. Estas células forman el grupo de las «procariotas», que incluye a las bacterias, algunas con clorofila (lo que les permite vivir a base de energía solar) y otras sin ella. Otro tipo de célula más complejo y desarrollado tiene sus ácidos nucleicos situados en una pequeña zona diferenciada dentro de la célula conocida como «núcleo». A estas células se las denomina «eucariotas». Las plantas y los animales están formados por células eucariotas: las plantas tienen células con clorofila y los animales sin ella. Los seres humanos están formados por células eucariotas que, por supuesto, no tienen clorofila.

No obstante, todo esto se derrumba si, como hace Carl Woese, tenemos en cuenta la estructura molecular del ARN en los ribosomas. De las tres grandes divisiones, dos son formas de vida unicelular con células procariotas. (Las células procariotas nunca han desarrollado organismos formados por más de una célula). Una gran división de las procariotas se establece como «bacterias». A otra segunda gran división de las procariotas, Woese las denomina «Archaea», muy semejantes a las bacterias en apariencia, pero con ciertas características en sus moléculas de ARN que muestran una tendencia hacia las eucariotas.

Aparentemente, las Archaea han empezado a desarrollar características de eucariota y a partir de ellas evoluciona la tercera gran división de la vida, a la que Woese denomina «Eucarya». Son organismos compuestos de células con núcleo.

Los Eucarya son las únicas formas de vida que se han desarrollado en dirección pluricelular. Algunos Eucarya se transformaron en organismos formados por billones o incluso cientos de billones de células eucariotas (nosotros mismos somos un ejemplo de ello). No todos las tienen. De las seis principales divisiones de los Eucarya, tres son unicelulares.

De las tres restantes, dos tienen aspecto de plantas. Los primeros, sin clorofila, forman el grupo de los «hongos». La mayoría de ellos son unicelulares, pero hay formas pluricelulares como las setas. Los segundos contienen clorofila y son las familiares «plantas verdes». También algunas de ellas son unicelulares, como las algas, pero se originan formas gigantes como las secuoyas.

Para terminar, el tercer grupo de los Eucarya son los animales. Son, desde nuestro punto de vista, los más avanzados e incluye ballenas gigantes que pueden pesar hasta 150 toneladas. (Algunas plantas son incluso más pesadas, pero la mayor parte de un árbol está constituido por tejido leñoso de sujeción, que en realidad no está vivo, mientras que los animales están formados casi por completo de tejidos vivos).

En cierto modo esto nos pone en nuestro lugar. Desde la aparición de la vida hace unos 3500 millones de años, ésta permaneció unicelular y procariota durante más de 2000 millones de años. Desde hace unos 1400 millones de años se desarrolló la tercera gran división, los Eucarya, y durante los siguientes 600 millones de años se conservó también como forma de vida unicelular.

Hasta hace unos 800 millones de años no empezaron a aparecer los primeros eucariotas pluricelulares y, al principio, sólo como distintos tipos de gusanos. Formas de vida tan avanzadas como los crustáceos marinos empezaron a desarrollarse desde hace 600 millones de años. Nosotros pertenecemos al *subphylum Vertebrata*, que hizo su aparición hace 500 millones de años. El género humano y todos