

Aminoácidos, azúcares y el origen de la vida

Karem Hernández, María E. Noble, José-Manuel Cruz, Adriana Reynaud y Thomas Buhse (*)

Centro de Investigaciones Químicas,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
(buhse@uaem.mx)

(*) Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

Los aminoácidos y azúcares son moléculas de la vida, es decir, son bloques de construcción esenciales - como piezas de un juego de BIO-LEGO - para cualquier sistema vivo en nuestro planeta. La vida como la conocemos no funcionaría sin ellas, de hecho: *la vida no hubiera comenzado sin ellas*. Nuestra Tierra hubiera permanecido como un planeta sin vida, con algunos procesos físicos y químicos llevándose a cabo, pero sin el desarrollo de plantas, animales y humanos, simplemente como consecuencia de la falta de esas piezas de BIO-LEGO.

Los aminoácidos pueden unirse para formar cadenas llamadas proteínas, las cuales llevan a cabo múltiples funciones im-

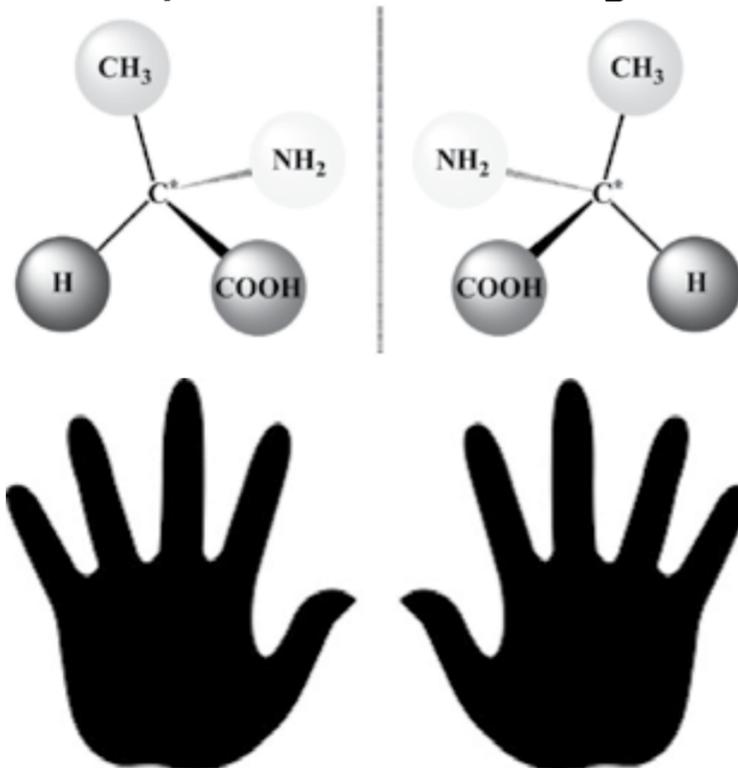


Figura 1. Las moléculas pueden ser “zurdas” o “diestras”, formalmente nos referimos a ellas como moléculas *quirales*. En la imagen tenemos las dos moléculas del aminoácido alanina. Estas moléculas las podemos representar como imágenes en el espejo, de la misma forma que ocurre con nuestra mano izquierda y derecha. En la naturaleza encontramos con muy pocas excepciones sólo aminoácidos “zurdos”.

portantes, por ejemplo, la aceleración de procesos bioquímicos, el transporte de moléculas y la regulación de la comunicación entre las células. Los azúcares son otro tipo de moléculas de la vida y dentro de sus funciones podemos destacar que algunos azúcares sirven como sistemas de almacenamiento de energía y otros actúan como compo-

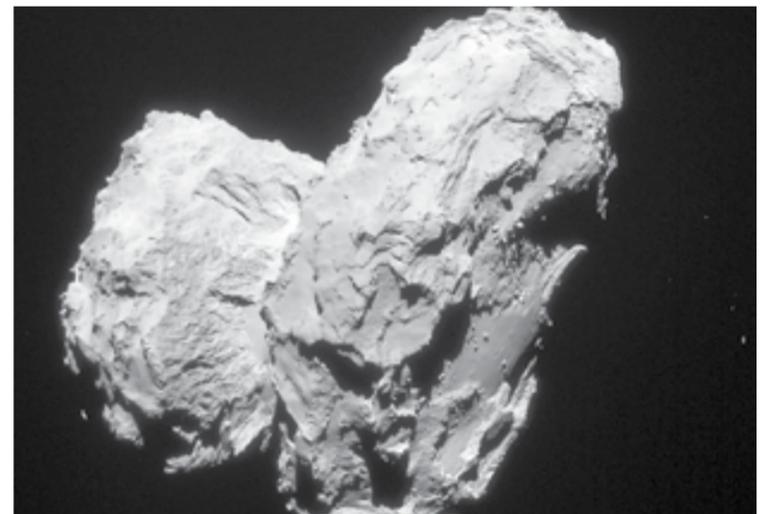


Figura 2. Cometas, como el Churyumov-Gerasimenko en esta imagen, están formados por hielo interestelar. Este cometa fue el objetivo de la Agencia Espacial Europea en su misión espacial ROSETTA. El contacto con el cometa ocurrió en Noviembre del 2014 y fue PHILAE la primera nave espacial en descender sobre la superficie de un cometa.

nentes estructurales principales de las paredes celulares de las plantas. De entre todos los azúcares con relevancia biológica, uno que sin duda sobresale es la ribosa, que es la “columna vertebral” de otra cadena molecular muy importante: el ácido ribonucleico (ARN). Se supone que durante la evolución química, es decir, durante el período de tiempo previo al surgimiento de la vida en la Tierra, el ARN fue el antepasado químico del ácido desoxirribonucleico (ADN), cadena que almacena el código genético de todos los organismos vivos.

Hagámoslo simple: estamos tratando con diferentes tipos de bloques de construcción que fueron esenciales para el origen de la vida en la Tierra y entonces, surgen las primeras preguntas: ¿cómo se construyeron? ¿qué es y dónde está esa fábrica de BIO-LEGO? Los bloques debieron haber sido formados en un lugar todavía sin vida, a partir de ingredientes muy simples que ya estaban presentes en la Tierra primitiva o que pudieron ser encontrados fácilmente en el universo. Desde el punto de vista químico, estos ingredientes simples podrían haber sido por ejemplo, agua (H₂O), metano (CH₄), amoníaco (NH₃), hidrógeno (H₂), monóxido y dióxido de carbono (CO, CO₂), metanol (CH₃OH) u otras moléculas sencillas, todos menos complejos que las arquitecturas moleculares de los aminoácidos y los azúcares.

Dedicados a la búsqueda de los orígenes de la vida, varios equipos de investigación han desarrollado experimentos que han sido de gran ayuda para tener una mejor idea sobre la formación de aminoácidos y azúcares a partir de moléculas simples y bajo ambientes que recrean el ambiente de la Tierra o el ambiente del espacio interestelar. Recientes investigaciones sugieren que las fábricas terrestres de BIO-LEGO pudieron haber estado por ejemplo, cerca de chimeneas hidrotermales, que son pequeñas estructuras parecidas a volcanes y que existen en lo profundo de los océanos. No obstante, también es posible que estos bloques de construcción hayan llegado del espacio exterior y actuado como semillas para la posterior evolución de la vida en la Tierra.

En relación con el espacio interestelar, hay observaciones muy interesantes, por ejemplo, se han detectado moléculas de azúcares simples en nubes interestelares, mientras que aminoácidos, varios de ellos con importancia biológica, fueron encontrados en algunos meteoritos que cayeron en la Tierra. Estos descubrimientos, junto con simulaciones y experimentos realizados en laboratorios, son la evidencia de que existió una fábrica *prebiótica* (es decir, *antes de la vida*) de BIO-LEGO, que pudo estar presente no sólo en la Tierra, sino también en el espacio.

Otro aspecto muy importante es que los aminoácidos y los azúcares, así como la mayoría de las moléculas biológicas, son *moléculas quirales* (quiral, palabra derivada del griego *χειρ* que significa “mano”), es decir, cada una de estas moléculas puede existir en dos formas diferentes: una *molécula diestra* y una *molécula siniestra*, como por ejemplo el aminoácido alanina (Figura 1). Las dos moléculas de alanina, la diestra y la siniestra, son casi iguales, tienen los mismos átomos, las mismas propiedades físicas y químicas, pero aun así no son iguales... ¿Qué las hace diferentes? La respuesta es: su arreglo tridimensional. Las estructuras en el espacio de ambas moléculas no pueden ser superpuestas, de la misma forma que no podemos superponer nuestras manos derecha e izquierda o, visto de



**SOL DE ESTRADA Y FAMILIA
TE REGALAN TU BECA**

**Inscripción
Gratuita**
en Universidad y
Preparatoria

**UNIVERSIDAD
GUIZAY
Y VALENCIA**
UNIVERSIDAD • PREPARATORIA
Incorporada a la SEEM

**Somos
la Universidad
MAS Económica
del Mundo**

Atlacomulco s/n
Esq. Calle Morelos, Col. Acapantzingo.
C.P. 062440 | Cuernavaca, Morelos
Tels: (777) 242 4553 • 243 1034

La primera Institución Educativa
Escuela de Latinoamérica

otra forma, no podemos ponernos fácilmente el guante derecho en la mano izquierda. Generalmente, los procesos químicos simples no son suficientemente selectivos como para diferenciar entre las moléculas diestras y siniestras, por esa razón, los experimentos que simulan la maquinaria de las fábricas de bloques de construcción prebióticos, producen el mismo número de aminoácidos y azúcares diestros y siniestros.

Ahora, imagina que la fábrica de BIO-LEGO está funcionando bien y recibes una caja que contiene el mismo número de piezas diestras y siniestras. Digamos que comienzas a construir el modelo de una cadena de proteína usando los bloques de aminoácidos. Tomando al azar cada bloque, el resultado que obtendrás será una secuencia aleatoria de bloques que, si es suficientemente grande, consistirá del mismo número de bloques diestros y siniestros; esto podría ser posible... ¡pero la naturaleza no lo hace así! Y aquí es donde surge el punto complicado y al mismo tiempo cautivante: en la naturaleza encontramos casi exclusivamente aminoácidos siniestros y azúcares diestros, por eso es que casi todas las proteínas son siniestras y por ejemplo, el ADN, que contiene unidades del azúcar desoxirribosa como parte de su estructura, es siempre diestro. Esto ocurre en toda la biósfera, desde simples organismos unicelulares hasta mamíferos altamente evolucionados, incluyéndonos.

El asunto se vuelve aún más complicado. Tiempo atrás, se asumía que la ya evolucionada biología en la Tierra, había hecho la selección entre izquierda y derecha, lo cual significa que la naturaleza ha-

bía sacado de la caja de BIO-LEGO sólo piezas siniestras para construir proteínas, o piezas diestras como la ribosa, para la construcción del ARN, dejando en la caja las piezas opuestas. Sin embargo, estudios recientes sobre la formación de proteínas y de cadenas de ARN y ADN sugieren exactamente lo contrario: resulta que estas cadenas no pueden ser construidas de manera eficiente si la caja contiene tanto bloques de construcción siniestros como diestros, es decir, tenemos que asumir que la fábrica de BIO-LEGO produce cajas que contienen exclusivamente piezas de aminoácidos siniestros para construir a las proteínas y cajas con piezas diestras de ribosa o desoxirribosa para usarlas en la construcción de los ácidos nucleicos. Esto es un misterio, porque habíamos dicho que las fábricas de BIO-LEGO producen cajas con un número igual de piezas siniestras y diestras, ¿qué sucedió?

Si excluimos la idea de un *Harry Potter* prebiótico que convirtió la mezcla de piezas diestras y siniestras contenidas en las cajas de BIO-LEGO, en piezas de un solo tipo, entonces debe haber una explicación científica. Actualmente, se está llevando a cabo una intensa búsqueda para resolver este misterio y ya se han dado los primeros pasos.

Por ejemplo, nuestro grupo de investigación está realizando una colaboración con científicos de Francia para explorar el escenario interestelar de esta fábrica prebiótica de bloques de construcción para la producción de azúcares y aminoácidos. La clave podría estar en los hielos interestelares formados por moléculas de agua, metanol y amoníaco. Cometas como el

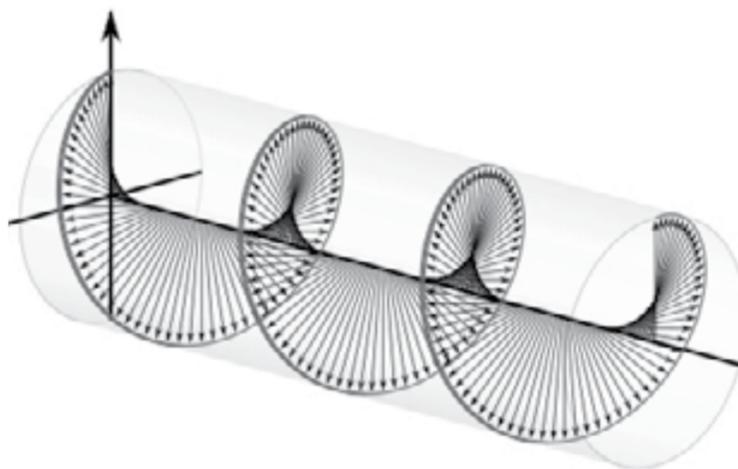


Figura 3. La luz circularmente polarizada puede propagarse en forma de hélice zurda o diestra. Por lo tanto, es una luz con propiedad quiral que puede inducir diferencias en las concentraciones de moléculas diestras y siniestras.

Churyumov-Gerasimenko, el cual fue el punto de descenso de la misión espacial ROSETTA el año pasado, están formados por esta clase de hielos (Figura 2). Estos hielos fueron sintetizados en el laboratorio y después de ser irradiados con luz ultravioleta de alta energía, se observó la formación de moléculas de aminoácidos y azúcares. También se ha observado que la proporción entre moléculas diestras y siniestras formadas es la misma. Sin embargo, si esta luz se polariza de forma circular, entonces generamos luz rotatoria quiral, que se propaga en forma de hélices con una orientación hacia la derecha o izquierda (Figura 3), como un tornillo, que puede ser diseñado con la rosca para girar hacia un lado u otro. De hecho, este tipo de luz quiral ha sido detectada en el universo en regiones donde se forman nuevas estrellas. Si dicha luz interactúa con estos hielos interestelares, entonces se podría romper la simetría de la línea de producción en la fábrica de bloques y obtener, por

ejemplo, un mayor número de azúcares diestros que siniestros.

Este rompimiento podría no ser suficiente para obtener una caja de BIO-LEGO con piezas exclusivamente diestras o siniestras, por lo que adicionalmente estamos en la búsqueda de procesos químicos para obtener una *amplificación quiral*. Esta amplificación puede ocurrir mediante una *retroalimentación química*, que ocurre cuando un producto de una reacción química acelera su propia formación, provocando que la reacción sea cada vez más rápida. Este aumento en la velocidad de formación del producto se presenta en cada ciclo de la retroalimentación. Su-

pongamos que los productos de reacción son moléculas diestras y siniestras y que los dos tipos de moléculas aceleran su propia formación, y si además, al inicio de la reacción hay una pequeña diferencia en la proporción de moléculas diestras y siniestras, entonces esta pequeña diferencia puede amplificarse hasta llegar a ser una diferencia muy grande, incluso del 100% con el transcurso del tiempo.

Por lo tanto, nuestra hipótesis es, que la luz circularmente polarizada puede inducir una pequeña asimetría en la proporción de azúcares y aminoácidos diestros y siniestros formados durante la irradiación de los hielos interestelares artificiales, y además, que esta pequeña diferencia puede ser amplificada generando una proporción mucho más grande mediante los procesos de amplificación quiral basados en la retroalimentación química antes mencionada.

Supongamos que dichos procesos ocurrieron en el universo cuando la Tierra era todavía un planeta sin presencia de vida y que a través de meteoritos, estos aminoácidos siniestros y azúcares diestros predominantes, llegaron a la Tierra y entonces fueron las semillas para la evolución química de moléculas más complejas tales como proteínas siniestras y ácidos nucleicos diestros.

El doctor Enrique Galindo Fentanes, premio Nacional de Ciencias y Artes 2015

DE LA REDACCIÓN

El ex presidente de la Academia de Ciencias de Morelos Enrique Galindo Fentanes obtuvo el Premio Nacional de Ciencias y Artes 2015, que se suma a la larga lista de galardones obtenidos en su carrera. Miembro destacado del Instituto de Biotecnología (IBT) de la UNAM (que tiene su sede en Cuernavaca) el doctor Galindo Fentanes es el creador de la sección de Ciencia que se publica cada lunes en La Unión de Morelos, y entre sus logros más recientes destaca la creación y

comercialización de un fungicida biológico de amplias aplicaciones, que además logró comercializar bajo su propia marca, Fungifree.

Activo divulgador de la ciencia, es editor de la revista *Biotecnología en Movimiento*, cuyo tercer número recién comenzó a circular.

Igualmente destaca en su pasión por la Astronomía y es el responsable de la sección que cada sábado se publica en *La Unión de Morelos*.

Es con gran gusto que les informo de la noticia que nuestro colega, el Dr. Enrique Galindo Fentanes,

ha sido galardonado con el.

Vaya desde aquí una muy sincera felicitación al Dr. Galindo por haber obtenido tan importante distinción ya que refleja el justo reconocimiento a una destacadísima labor en todos los ámbitos de nuestro quehacer en los que ha incidido de forma sobresaliente a lo largo de su carrera: ciencia, tecnología, formación de recursos humanos, difusión y vinculación.

Fue el propio director del IBT, el doctor Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich, quien ayer comunicaba a la comunidad científica del valioso premio logrado por el doctor Enrique Galindo Fentanes, organario de Puebla peor afinado desde hace muchos años en Cuernavaca.

NÚMERO 3 OCTUBRE-NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 2015

Biotecnología en MOVIMIENTO

REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM

Nueva generación de vacunas recombinantes

Laboratorio de Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos (LAMMB)

Pescadores de ácido ribonucleico

La marihuana, un panorama científico

Las proteínas que protegen a las plantas de la sequía



Del ADN a la neurona

Cómo vive una célula

El fermentador más usado en biotecnología

Científicos y artistas

Innovación y emprendimiento en el Campus Morelos de la UNAM



Disponible en: www.ibt.unam.mx




Instituto de Biotecnología