

## RADICALES (MUY) LIBRES



J. de Mendoza

Catedrático jubilado de Química Orgánica  
(Universidad Autónoma de Madrid)  
Profesor Emérito, Instituto Catalán  
de Investigación Química  
(ICIQ, Tarragona)  
C-e: [jmendoza@iciq.es](mailto:jmendoza@iciq.es)

# E.T. El extraterrestre

El título de la mítica película de Spielberg de 1982 (¡Dios mío, parece que la ví ayer, y ya tiene casi 42 años!), sirve para ilustrar el contenido de esta crónica, dedicada a uno de los temas más populares y recurrentes de nuestra cultura a lo largo de los siglos: los marcianos, esos seres que nos invaden, esos extraterrestres que están por todas partes acechando, aunque ni siquiera sepamos bien con qué objeto. En definitiva, un intento de respuesta a las dos grandes preguntas que todos nos hacemos a lo largo de la vida: ¿Qué carajos hacemos en este pequeño planeta perdido en la inmensidad del cosmos? Y su corolario inmediato ¿Estamos solos?

Creo firmemente que no estamos solos, pero no por las razones que Miguel Angel Sierra, editor de esta revista, me indicó tras mi última columna, en la que hacía mención de pasada al tema. *Javier, están entre nosotros y cada vez hay más. Basta con que asistas otra vez a un consejo de departamento, escuches el resumen de un consejo de ministros o a un todólogo de los que hablan por la radio.* Contundente y convincente, pero poco científico, si me lo permites, querido Miguel Ángel, pues la muestra no es suficientemente amplia y lo que intentas justificar no es su existencia, sino que están entre nosotros. Procuraré explicar por qué yo también concluyo que existen realmente, basándome en "estadística cósmica" y, cómo no, en el sistema periódico de los elementos, para expresar lo que la química puede aportar al respecto.

Los químicos estamos acostumbrados a lo pequeño. Hablamos de átomos y de moléculas, que no podemos ver a simple vista ni con microscopios convencionales, por lo que empleamos medidas de longitud minúsculas, como nanómetros, (la mil millonésima parte de un metro ( $10^{-9}$  m). No contentos con eso, incluso rebajamos diez veces esa cifra para medir las longitudes de los enlaces y las distancias entre los átomos en las moléculas y hablamos de unidades Amstrong ( $10^{-10}$  m). Por eso, nos asustamos aún más que el resto de los mortales cuando nos referimos a los astrónomos, el reino de los grandes números. La unidad de medida para ellos es el año-luz, la distancia recorrida en un año a la velocidad de la luz (9,46 billones de km). Cuando quieren ser modestos (casi nunca) hablan en Unidades Astronómicas (UA), la distancia media entre el Sol y la Tierra, que es de "sólo" 8,32 min-luz, pero casi siempre tiran por arriba y emplean a menudo nombres crípticos para los profanos, como *parsec*

(3,26 años-luz), o *spart* (mil millones de km). Sería interesante (y divertido) organizar una convención entre astrónomos y químicos sobre lo grande y lo pequeño, a ver qué salía de ahí y, sobre todo, cómo se comunicaban,

Lo de los astrónomos es normal. Nuestro planeta Tierra está situado en uno de los brazos espirales de la Vía Láctea, una pequeña galaxia de sólo 150-230 millones de años-luz de diámetro. La galaxia más cercana es otra pequeña satélite denominada Can Mayor que está a 28.000 años-luz de la nuestra, que se calcula que contiene, estrella más o estrella menos, entre 100 y 400 mil millones de estrellas, muchas de ellas con su respectiva corte de planetas girando alrededor. Y, por último, para callar a algún lector incrédulo, diremos que el telescopio espacial Hubble ha estimado que el Universo contiene un billón (de los españoles, o sea, un millón de millones) de galaxias.

Claro que no somos los únicos seres vivos del Universo. Cuando las cifras son tan enormes, la probabilidad se convierte en certidumbre. Otra cosa es cómo serían las distintas formas de lo que llamamos vida. Luego hablaremos de ello, desde la perspectiva de la química. Pero antes me entretendré diciendo algunas cosas, casi todas negativas, sobre como la literatura, el cómic o el cine han tratado el tema. Empezaré por el desprecio relativo al tamaño, o sea, a la astronomía y los astrónomos. Parece que en ese mundo ficticio todo está al alcance de la mano. Los personajes se mueven libremente por las galaxias como quien se sube a un autobús. Aunque Spielberg ya se pasó un pelín titulado su famosa serie *Star Wars*, nuestros distribuidores cinematográficos transformaron el título en *La guerra de las galaxias*, subiendo la dimensión, ya exagerada, en varios órdenes de magnitud. Deberíamos llamarlos Maestros de la Traducción y hacer una serie de televisión sobre ellos. Ya existe una serie denominada *Guardianes de la galaxia*, una especie de policía cósmica de poca monta, pues se mueven en una sola galaxia con un radio de acción limitado a unos pocos centenares de millones de años-luz de diámetro. Curiosamente, la fiebre de los extraterrestres y sus andanzas va más allá de escritores y cineastas. Quienes así actúan, liderados por los denominados ufólogos, han llegado a debatir estos temas en las cámaras políticas de los Estados Unidos y de otros países, y por extensión, las portadas de los medios de información bajo el argumento de velar por la seguridad

nacional. Los OVNIS (objetos no identificados, pero jamás demostrados como extraterrestres) toman así un protagonismo basado en datos no comprobados que se convierten en verdades indiscutibles.

¿Qué puede aportar la química, lo pequeño, a este tema? En primer lugar, ¿de qué estarán constituidos los seres vivos, necesariamente complejos, existentes en otros planetas? Sin duda se basarán en el elemento carbono. La materia, en cualquier lugar del universo, se ha de construir con los elementos químicos de la tabla periódica que conocemos. Los que se van descubriendo, ya muy escasos, son todos sumamente inestables y de vida muy corta. Y ente los estables, el carbono reúne cualidades únicas. Tanto aislado como en combinación con otros elementos, da lugar a compuestos bastante estables y variados, por su gran capacidad de combinación y las múltiples geometrías a las que puede dar lugar. Por ejemplo, las energías (entalpías) de los enlaces C-C (348 kJ/mol), C-H (413 kJ/mol), C-O (358 kJ/mol) y C-N (293 kJ/mol) son todas elevadas, aunque comparables a las de enlaces de otros elementos, como H-H (436 kJ/mol), O-H (463 kJ/mol) o N-H (391 kJ/mol). También el número de átomos con los que cada carbono puede enlazarse es elevado, por su valencia múltiple, desde divalente a tetravalente, dando lugar a infinitas combinaciones que ningún otro elemento puede alcanzar. En una memorable analogía, que repetía siempre a sus alumnos, el añorado Profesor Josep Castells comparaba el carbono con un atleta de decatlón. El que gana no es necesariamente el mejor en todo, y menos aún si se compara con un especialista de una sola prueba, como un saltador o un velocista, pero globalmente resulta el mejor atleta. El otro elemento que a veces se ha invocado como posible base de la vida, el silicio, no resiste la comparación. Es también tetravalente y puede formar largas cadenas lineales o ramificadas en combinación consigo mismo o con el oxígeno, pero el número posible es infinitamente menor de lo que puede conseguir el carbono.

Para crear una complejidad tal que acabe llevando a la vida, es necesario que las moléculas puedan hacer copias de sí mismas (replicación) y que, además, puedan evolucionar para resultar cada vez más complejas. Lo primero requiere de condiciones de auto catálisis, es decir, que la molécula que catalice (acelere y permita) la reacción que lleva a un producto sea el propio producto de la misma, con lo que va aumentando su concentración como catalizador (más rapidez) además de generar más producto. La evolución, por su parte, surge de pequeños cambios aleatorios que a veces dan lugar a resultados mejores, por lo que acabarán predominando, exactamente como ocurre entre los seres vivos que

conocemos, aunque la evolución, como es bien sabido, no se detiene jamás. Desde hace décadas existen modelos de ambos procesos (replicación y evolución) a nivel de laboratorio, sobre los que no puedo extenderme en esta breve crónica.

Quedan numerosos factores por comentar, de muchos de los cuales sólo podemos lanzar hipótesis. Por ejemplo, existe amplio consenso en que hace falta agua, pero la presencia de oxígeno, como el que respiramos, no es estrictamente necesaria, ya que puede ser reemplazado por otros oxidantes que suministren la energía requerida. Las moléculas de la vida deben además resistir temperaturas que no las descompongan, pero de eso también tenemos ejemplos límites en nuestro planeta.

¿Y qué decir de la quiralidad? En nuestro mundo, las moléculas de la vida (proteínas, ácidos nucleicos, hidratos de carbono y un amplio etcétera) son muchas veces quirales, es decir, no son superponibles con sus imágenes especulares. Así resultan hélices y formas tridimensionales de una determinada orientación, dictada por sus elementos constituyentes. Dicho en forma simplificada, en algún momento de nuestra evolución, los aminoácidos de la serie L y los azúcares de la serie D tomaron el poder a partir de sus mezclas DL racémicas, y eso permitió algo esencial para a vida: el control de la forma tridimensional. Podríamos especular sobre si un mundo "enantiomérico", espejo del nuestro e inmiscible con él, pudiera haberse desarrollado en algún lugar del cosmos, si los aminoácidos D y los azúcares L hubieran ganado la batalla. Sería fascinante especular sobre cómo pensarían esos seres vivos y cómo se comportarían. Aunque yo no lo veré, será posible en menos de lo que pensamos fabricar en el laboratorio una unidad muy compleja que se pueda reproducir, como una célula, a partir de todos sus componentes (existen numerosos ejemplos de ácidos nucleicos y prótidos enantiomeros de los naturales sintetizados en laboratorio), pero es impensable que algo así pudiera ocurrir espontáneamente sin la ayuda de un ser vivo evolucionado, ya que en el camino de la evolución existen infinitas bifurcaciones y ramificaciones viables y aleatorias, que abren otros tantos caminos sin retorno. Por ello, pensar que los extraterrestres que nos visitan se parezcan a nosotros, pero de color verde y con orejas puntiagudas, es pura fantasía. Si además tienen cara simpática y dicen *mi casa... teléfono...* ya la cosa se tornaría sospechosa y literalmente milagrosa. Por eso dudo mucho que los extraterrestres pulen en abundancia por los consejos de departamento o los consejos de ministros.

JAVIER DE MENDOZA