

Bioquímica: La Tierra Rara frente a la teoría de la Mediocridad.

Jesús Ruiz Felipe. Jesús Ruiz Felipe. Profesor de Física y Química del IES Cristóbal Pérez Pastor de Tobarra. (Albacete) jesusruiz@sociedadelainformacion.com

El abecedario biológico terrenal se reduce a 4 letras con las cuales se diseñan los seres vivos planetarios, desde las bacterias a los humanos. El código genético se configura con fibras de ácido desoxirribonucleico (ADN) cimentadas en combinaciones de cuatro letras.

En nuestra biología, el alfabeto es A, T, C y G, las cuatro bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina y guanina). En la enciclopedia ADN se encuentran disponibles vocablos de tres letras. Combinaciones de 4 elementos tomados de tres en tres $4^3 = 64$. Estas palabras, codones, de tres letras son leídas en el código ADN y luego traducidas a uno de los 20 aminoácidos.

A mediados del siglo XX, Nirenberg, Khorana y Holley descubrieron la manera en que las proteínas son sintetizadas a partir del código genético. En el código, cada aminoácido está codificado por uno o varios codones. 64 codones para 20 aminoácidos. Cada aminoácido responde a la indicación de más de un triplete, por lo que el código genético está degenerado.

Los tripletes determinan el mismo aminoácido en todos los seres vivos, por esta razón con tripletes sueltos el lenguaje del ADN no estaría definido. La información está determinada por la forma en que se alinean los tripletes. Los aminoácidos son incorporados en una disposición impuesta por el ADN para configurar una proteína concreta.

Las cuatro bases nitrogenadas son el alfabeto, los codones palabras de tres letras. El código genético, se asemeja a la sintaxis del lenguaje y el orden de tripletes que sintetiza los aminoácidos en una la proteína, sería una oración del lenguaje. La secuencia del genoma es prácticamente la misma en todos los hombres y mujeres, y compartimos con los monos casi los mismos genes. No han surgido tantas diferencias desde el origen de la vida en el charco templado que imaginó Darwin. Parece esto una prueba de que la vida tuvo un origen común.

Por otra parte, la Tierra está formada principalmente de oxígeno, silicio, aluminio y hierro. En la composición química del universo los seis elementos químicos más prolíficos son el H₂, He, C, N₂, O₂ y el Ne. El helio y el neón son gases nobles, no se combinan para constituir moléculas. Los otros elementos los más abundantes y químicamente activos en el universo son los principales constituyentes en los animales. La composición química animal terrestre replica composición cósmica, no la composición terrestre. Este sería un indicio de que la vida interestelar se constituye de elementos casi iguales que los empleados en la vida terrestre. Si la vida de nuestro planeta se fundamentase en cuatro elementos extraños en el universo, intuiríamos que encarnamos algo anómalo en el cosmos. Pero la estructura química de la vida nos alienta a colegir que no somos una especie rara. Al contrario, es posible que la Tierra sea un caso común o mediocre y por lo tanto la existencia planetaria consistiría un ejemplo o prototipo de vida universal. La tesis de mediocridad generalizaría los caracteres a partir de la tesis de que la teoría de la evolución de Darwin es universal, a modo de ley física y que los seres vivos estarían especializados en función de la selección natural, al igual que en este planeta arquetipo. La selección natural sería un principio universal que implicaría que, seres morando en entornos comparables, se adapten adquiriendo soluciones análogas, debido a una progresiva transformación convergente de su constitución.

Gould¹ estudió varios casos de convergencias, como la facultad de volar que evolucionó independientemente en insectos y pájaros a partir de distintas fisiologías. Ernst Mayr², por otra parte, advirtió que la evolución de los ojos se muestra en cuarenta especies diferentes, mostrando que un órgano tan complejo surge numerosas veces a través de la evolución coincidiendo con la hipótesis de mediocridad en que la vida evolucionaría en el universo por senderos convergentes.

La visión, sin embargo, es una función complicada de esclarecer (Darwin lo advirtió³ en *El origen de las especies*, donde omitió la manera de desembocar en un órgano tan complejo como el ojo, de manera que este asunto fue uno de los argumentos en contra

¹ Gould, S. J. 1999. *La vida maravillosa*. Crítica, Barcelona.

² Mayr, E. 1987. "The probability of extraterrestrial intelligent life" en *Extraterrestrials: Science and alien intelligence*. Cambridge University Press.

³ ...la dificultad de creer que un ojo perfecto y complejo pudo formarse por selección natural, aun cuando insuperable para nuestra imaginación, no tendría que considerarse como destructora de nuestra teoría. *El origen de las especies por medio de la selección natural* C. Darwin. Tomo II. Capítulo VI Dificultades de la teoría. Órganos de perfección y complicación extremas.

de su teoría⁴). En la formación de la vista es preciso que asistan diversas funciones orgánicas simultáneamente que comporten utilidades de manera independiente. Si se originaran de manera individual no se mantendrían porque no aportan nada cada una, pero la coincidencia de todas a la vez abriga una probabilidad casi imposible de que suceda⁵.

Walter J. Gehring, del Grupo de estudios de la evolución del ojo de la universidad de Basilea, da una posible explicación de este evento a partir de un gen que es común tanto en insectos como en vertebrados con ojos. Es posible que ahí radique una teoría sobre la evolución del ojo, por mutación y selección. Una vez surgió un arquetipo de este órgano, la selección diseñó los diferentes modelos.

Siguiendo con este modelo, existirían otros rasgos, al igual que la visión, que serían universales, como la fotosíntesis en las plantas.

En oposición a la hipótesis de mediocridad, los defensores de que la Tierra es un caso anómalo sostienen que la vida en el planeta azul no es un caso mediocre, y que los requisitos necesarios para su existencia son tan extraordinarios, que su réplica es muy improbable.

Gould sostiene que la evolución de las especies en nuestro planeta fue un acontecimiento casi imposible. Cualquier incidente casual, como la caída de un meteorito, determinó la vida tal como la sentimos ahora. Si las circunstancias hubiesen sido algo distintas posiblemente el hombre no poblaría la tierra. Es una concatenación de sucesos, irrepetibles incluso a escala interestelar.

Los detractores a esta idea defienden que se debe dar una serie de eventualidades a nivel físico y biológico para que la vida se desarrolle. Coyunturas, tal vez no únicas pero si difíciles de alcanzar. Mayr concedió a la vida extraterrestre una "*improbabilidad de proporciones astronómicas*"⁶.

En el plano fisicoquímico lo que definimos como materia orgánica son cadenas de carbono, formando moléculas con otros elementos como nitrógeno o fósforo. Para que

⁴ Los rivales de Darwin equiparan la evolución de los ojos a la construcción de un reloj construido circunstancialmente, colocando piezas sin más.

⁵ Monod J. Azar y necesidad, 1970.

⁶ *No less than six of the eight conditions to be met for SETI success are highly improbable. When one multiplies these six improbabilities with each other, one reaches an improbability of astronomic dimensions.* Bioastronomy News, vol. 7, no. 3, 1995.

existan estas moléculas las constantes físicas, como q , h (impredicibles pero observables) deben tener exactamente sus valores, o las órbitas de los electrones y el núcleo no serían estables y no desarrollaría la vida en estos términos.

A nivel biológico, si los bioelementos no fuesen tan abundantes, si la órbita de la tierra no tuviera limpia (parece que Júpiter va despejando el camino), si la enana amarilla no estuviese a la distancia justa, la vida (como está configurada) no hubiera surgido. Esas contingencias, independientemente probables, juntas transforman a la Tierra en un lugar cósmicamente raro. Si el sol no estuviera a la distancia correcta, no existiríamos los humanos como somos. Cualquier circunstancia menuda nos habría apartado de la existencia. Es decir, aplicando el principio antrópico en su versión débil, si no hubiese ambientes favorables como la tierra o si las constantes de la naturaleza G , h , c , q , etc. no fuesen las que son, no habría vida. O bien como señala Hawking, pudiera haber diversos universos (universos isla con matices Kantianos) cada uno con su conjunto de constantes, los cuales estarían al margen de nuestra existencia.

Pero es difícil imaginar, aunque la humanidad lo ha hecho durante siglos, que las leyes naturales, las constantes físicas, los ambientes favorables como la Tierra están caracterizados con estos valores con el fin de que el hombre, (y cada individuo, o el individuo) apareciera en el mundo (interpretación fuerte del principio antrópico).

Copérnico, Bruno, Kepler y Galileo desplazaron a la tierra de su ubicación de privilegio. Darwin desplazó al hombre. En mi opinión esta teoría de la *Rare Earth* se retrotrae al periodo prerrevolucionario físico y biológico. Lo más sencillo sería imaginar otras vidas basadas en carbono, en entornos similares a la Tierra (Europa, planetas extrasolares) con una evolución a su entorno.

Para cuantificar la posibilidad de encontrar civilizaciones con las que poder establecer comunicación electromagnética, Drake, emulando al Galileo del ensayador propuso la siguiente ecuación para leer el capítulo de la probabilidad de vida en la galaxia en términos matemáticos. Es, sin duda, una fórmula controvertida, inexacta, de tanteo, un simple intento de cuantificar, a partir de la premisa de que el origen de la vida en la tierra y su evolución es un patrón galáctico, el número de civilizaciones susceptibles de contactar con los humanos. En una de sus versiones Drake (1961) examina los factores que juegan un papel relevante en la formación de la vida inteligente.

El número de civilizaciones con quién entablar comunicación interestelar N sería:

$$N = R * f_p * n * f_1 * f_i * f_c * T$$

- R es el ritmo de creación de soles en nuestra galaxia (estrellas . año⁻¹).
- f_p es la fracción de estrellas con planetas orbitando.
- n es el número de esos planetas susceptibles de hospedar vida inteligente, es decir, a la distancia idónea de la estrella.
- f_1 es la fracción de esos planetas en los que la vida brota.
- f_i es la fracción de esos planetas donde germina la vida inteligente.
- f_c es la fracción de esos planetas donde la vida inteligente es capaz de comunicar su presencia (mediante ondas electromagnéticas).
- T, la vida media de una civilización (años).

Los productos que intervienen en la ecuación son parámetros estimables en algunos casos y especulativos en otros. Aunque el ritmo de creación de estrellas susceptibles de albergar vida inteligente era más elevado en los albores de formación de la galaxia se estima que R oscila entre 3 y 10 estrellas/año.

Un porcentaje elevado de estrellas posee planetas, la mitad aproximadamente de las estrellas constituyen sistemas solares; el resto establecen estrellas binarias, por tanto $f_p \approx 0,5$.

El número de esos planetas susceptibles de albergar vida inteligente por estrella es más especulativo. En el sistema solar la Tierra, Marte, Júpiter (en Europa), Enceladus, la diminuta luna de Saturno, albergarían las mayores esperanzas de acoger vida dentro del Sistema Solar, n oscilaría entre 1 y 2.

Júpiter, Saturno, la Tierra y Marte podrían tener las condiciones adecuadas para acoger vida. En la Tierra brotó la vida pero tal vez esto no sea una norma general, de tal manera que f_1 rondaría entre 0.25 y 1.

Una vez brotada la vida, lo más probable, es que por selección natural alcanzara una inteligencia del nivel de delfines y humanos. Dando este hecho por sentado $f_i=1$. Una de cada tres o cuatro especies desarrollaría durante un cierto tiempo T capacidad tecnológica para comunicarse por ondas de radio. Así f_c fluctuaría entre 0.3 y 0.5.

El tiempo que mantiene esa capacidad es una incógnita, ya avisó Demócrito que los mundos podrían no ser eternos siendo susceptibles de desaparecer. Stephen Hawking,

en conferencia, expresó la idea de que una vez alcanzada una competencia evolutiva, la civilización se autodestruiría. Si tomamos el caso de los humanos, hemos dado muestras sobradas y probadas de que hemos desarrollado la capacidad de aniquilarnos, bien mediante una degradación paulatina del planeta, bien de una manera más drástica como una hecatombe nuclear. Y asumimos estas amenazas con una naturalidad pasmosa.

Como T es una variable sobre la que da miedo especular, una estimación acerca de N , el número de civilizaciones como la nuestra, con facultades para comunicarse en una parcela de nuestra galaxia (estando el producto del resto de los factores $R * f_p * n * f_l * f_i * f_c$ en torno a la unidad) sería del orden de T .

Esta mera especulación dio pie a lanzar el proyecto SETI, Search for extraterrestrial life a través de radiofrecuencias, con la intención de establecer comunicación con otras inteligencias en la Galaxia. El número de civilizaciones sería del orden del millón según Carl Sagan, o de sólo una según una estimación más pesimista. Aun así, en el análisis optimista de Sagan sería necesario fijarnos en unas cien mil estrellas para tener unas perspectivas razonables de éxito, la distancia media entre estrellas es de cientos de años-luz. Tardaríamos siglos en obtener una respuesta, en caso de que haya alguien.

Los detractores de la teoría de la mediocridad o pesimistas en la búsqueda, se encomiendan a teorías neodarwinistas (teoría sintética) que inciden en el azar de las mutaciones genéticas que permitieron el nacimiento del hombre como animal extraordinario en el universo.

Mayr⁷ es muy escéptico en cuanto a que esta ecuación no refleja la causalidad de la evolución. Las variables que representan el surgimiento de la vida y la inteligencia no se pueden evaluar, sobre todo la fracción que evalúa si germina vida inteligente, donde interviene un proceso evolutivo imposible de predecir. Los defensores de la hipótesis de tierra rara proponen a su vez su ecuación, donde incluyen condiciones más restrictivas como son que los planetas tengan metales en abundancia, que las estrellas se ubiquen en un área apropiada para la vida en la Galaxia, que tengan un satélite del tamaño adecuado para evitar precesiones muy fuertes, tal y como ocurre con la luna, que acompañen al planeta en el sistema solar otro de un tamaño como Júpiter, que despeje su eclíptica de meteoritos y otros peligros y que estén exentos de peligros de autodestrucción. Estas

⁷ *Por qué es única la biología: consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica.*

condiciones, aún desconociendo la incertidumbre de los factores, combinadas con las impuestas en la ecuación de Drake conducen a que N tienda a cero.

Lo relevante de las posiciones es que biólogos y bioquímicos se decantan por la teoría de la Tierra rara mientras que físicos e ingenieros prefieren pensar en el cosmos como un campo de trigo donde germina más de una espiga.

SOCIEDAD DE LA INFORMACION

www.sociedadelainformacion.com

Edita:



Director: José Ángel Ruiz Felipe

Jefe de publicaciones: Antero Soria Luján

D.L.: AB 293-2001

ISSN: 1578-326x