

Sobre la existencia de vida inteligente en el cosmos:

El debate histórico entre Ernst Mayr y Carl Sagan

ALBERTO GONZÁLEZ FAIRÉN y FRANCISCO ANGUITA

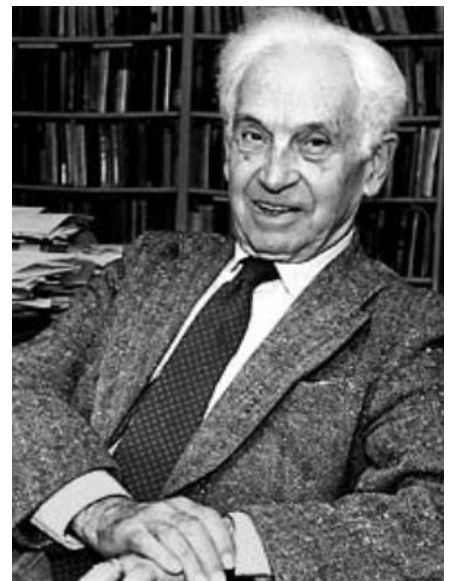
*En el año 2000, el libro *Rare Earth* retomaba el viejo debate sobre la pluralidad de la vida inteligente en el Universo. Sin embargo, cinco años antes, Ernst Mayr y Carl Sagan habían profundizado ya en las raíces científicas del problema desde puntos de vista diametralmente opuestos, en un debate que permanece como un clásico en los anales de la gran ciencia popular moderna.*

La vida de tipo microbiano es muy común en el Universo, tal vez más común de lo que soñaron Frank Drake y Carl Sagan". Esta aseveración se recoge en el prólogo del libro *Rare Earth*¹ (fig. 1), publicado en el año 2000 por el paleontólogo Peter Ward y el planetólogo Donald Brownlee, profesores de la Universidad de Washington (EE.UU.), que ha vuelto a poner de actualidad el debate sobre la posibilidad de vida inteligente en el Cosmos. Los autores abundaron en

el tema durante el año 2001 por medio de dos artículos: uno en la prestigiosa revista planetaria *Icarus*² y otro, que lleva el expresivo título "El Universo hostil", en *Scientific American*³.

Basándose en argumentos astronómicos, geológicos y biológicos, defendían la universalidad de la vida microbiana, pero consideraban un exotismo particular de la Tierra las organizaciones complejas de tipo animal; y mucho más aún la inteligencia. Es muy posible que la tecnología futura (de un futuro quizás inminente) permita la resolución de esta duda fundamental; pero en el momento presente, esta polémica recuerda demasiado a las que, al menos desde el Renacimiento, se han mantenido sobre la unicidad o pluralidad de seres inteligentes en el Universo. No podemos olvidar que una opinión demasiado avanzada sobre este tema, además de sus afirmaciones sobre cuestiones religiosas, llevó a la hoguera a Giordano Bruno. Sin embargo, el heliocentrismo y el antropocentrismo fueron superados hace tiempo por los primeros arquitectos de la ciencia moderna, Copérnico y Darwin. Desde entonces, sabemos que el Sol es sólo una estrella entre billones, y

el *Homo sapiens* el último primate que ha evolucionado sobre la Tierra.



Ernst Mayr (S. Haschen)

Este repaso histórico nos sirve para fijar posiciones ideológicas aproximadas: tradicionalmente, los progresistas han sido partidarios de la multiplicidad de seres inteligentes, y los conservadores de su carácter único, lo que encaja con el carácter utópico o realista de una y otra postura. En 1995, dos gigantes de la ciencia, el zoólogo Ernst Mayr y el planetólogo Carl Sagan sostuvieron, en las páginas de *Bioastronomy News*, el boletín de astrobiología de la Sociedad Planetaria, un apasionante debate sobre las probabilidades de éxito del programa SETI (siglas de *Search for ExtraTerrestrial Intelligence*, búsqueda de inteligencia extraterrestre): en otras palabras, se dedicaron a evaluar nuestra posible soledad cósmica⁴. El hecho de que Sagan estuviese ya gravemente

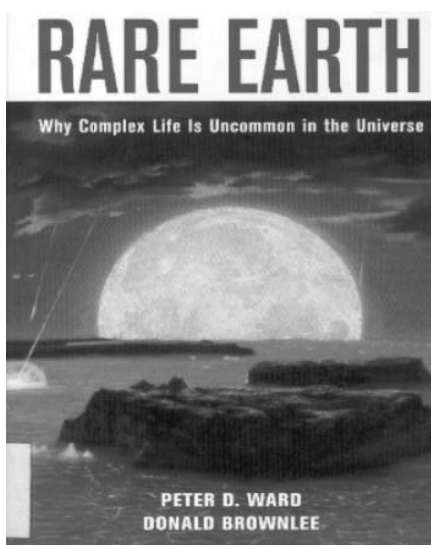


Figura 1. – El libro de Ward y Brownlee. En él, se replantea el exotismo de nuestro lugar en el Cosmos: la Vía Láctea, el Sol y la Tierra deben ser, respectivamente, una galaxia, una estrella y un planeta realmente singulares. (Cortesía de los autores).

enfermo (una extraña forma de leucemia le había sido diagnosticada a finales de 1994) añade dramatismo al tema: de alguna forma, su toma de postura es parte del testamento científico del gran comunicador neoyorquino.



Carl Sagan (Cornell University)

LOS CÁLCULOS DE ERNST MAYR: UNA CASUALIDAD INCREÍBLE

Abrió el debate Mayr⁵, que tachó de "improbabilidad de dimensiones astronómicas" la idea de que la vida inteligente pueda existir en múltiples mundos. Para apoyar su postura planteaba una serie de preguntas que delimitaban el problema. Comenzaba concediendo, como ahora hacen Ward y Brownlee, que en las galaxias deben existir miles de millones de planetas, y que la existencia de vida procariota en el Cosmos tiene una alta probabilidad. Sin embargo, a continuación planteaba serias dudas sobre las condiciones que tales mundos pudieran ofrecer como asiento para la vida compleja y para el desarrollo de la inteligencia: "La evolución no sigue una línea recta hacia un objetivo (la inteligencia), como ocurre en un proceso químico". En realidad, aseguraba, sólo una de las quizá cin-

cuenta mil millones de especies que han poblado la Tierra a lo largo de su historia ha desarrollado la capacidad necesaria para establecer una civilización; tal vez porque en realidad la inteligencia no esté favorecida por la selección natural, o porque en todo caso su aparición sea extraordinariamente difícil.

Además, continuaba, sólo una de las grandes civilizaciones terrestres ha llegado a un nivel tecnológico suficiente como para enviar y recibir señales del espacio, y esto sólo muy recientemente. Por otra parte, no sabemos cuánto tiempo puede durar esta civilización, pero los indicios no son tranquilizadores. Para Mayr, éste último punto era de crucial importancia: para que dos civilizaciones lleguen a comunicarse, ambas deben coincidir en el tiempo, lo que, dada la probable fugacidad de las civilizaciones avanzadas, sería a su juicio una fantástica casualidad. En definitiva, concluía, el programa SETI continúa en marcha únicamente porque ha sido ideado por astrónomos, físicos e ingenieros, sin tener en cuenta que el problema de la vida inteligente en el Universo "es esencialmente una cuestión dependiente de factores biológicos y sociológicos".

LA RÉPLICA DE SAGAN: TANTOS SOLES, TANTOS MUNDOS...

En su réplica, Sagan⁶ defendió ardientemente el programa SETI (fig 2). En primer lugar, basándose en los entonces recientes descubrimientos de los primeros planetas en torno a otras estrellas, y en las propuestas sobre la estabilidad de los océanos en planetas de tipo terrestre, concluía (en lo que hoy parece un optimismo desbordado) que era probable la existencia de uno o dos mundos oceánicos en torno a cada estrella de tipo Sol. A su juicio, tales perspectivas aumentaban enormemente la probabilidad de que existiesen innumerables biosferas en el Cosmos, puesto que la vida en la Tierra surgió en cuanto las condiciones geológicas y astronómicas se suavizaron mínimamente. Pero Sagan reconocía que todo su razonamiento era una gigantesca extrapolación basada en un único ejemplo. "Es lo único que podemos hacer", argumentaba.

Desde esta perspectiva optimista, el problema de la comunicación entre civilizaciones se reducía al de la probabilidad de que surgiesen criaturas "capaces de construir y manejar radiotelescopios, tanto si

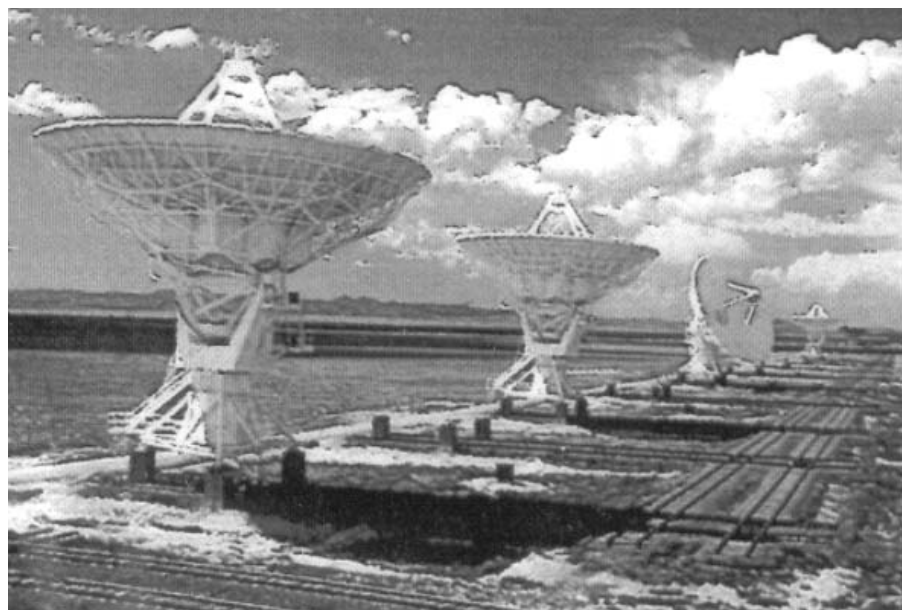


Figura 2. – Radiotelescopios del VLA, similares a los empleados en el programa SETI. (NASA)

viven en tierra como si son seres marinos o aéreos, y sean cuales fueren sus composiciones químicas, formas, tamaños, colores, apéndices y opiniones", ya que esas particularidades serían sólo los finales de los muy distintos caminos evolutivos posibles. A continuación, Sagan subrayaba un rasgo de la biosfera terrestre que le parecía esencial: en su opinión, el registro fósil muestra una tendencia general hacia la inteligencia. En términos coloquiales (y aparentemente perogrullescos), "es mejor ser listo que ser tonto". La presión de la selección natural a favor de la inteligencia sería intensa en unos mundos y moderada en otros. Pero la Vía Láctea contiene innumerables estrellas con edades de hasta diez mil millones de años y abundantes elementos pesados como para tener en órbita planetas de tipo terrestre. Es decir, espacio y tiempo suficientes para el desarrollo de millones de civilizaciones, si tomamos la nuestra como referencia. No sería improbable que muchas de ellas "se precien de ser la única inteligencia del Universo".

En el caso de que tales civilizaciones no llegaran nunca a alcanzar un estadio tecnológico, serían barridas por la selección natural: en la Tierra ocurren cada cierto tiempo impactos de asteroides o de cometas capaces de destruir una civilización entera (fig. 3). Sin la capacidad de detectarlos e interceptarlos, cualquier sociedad (una formada por poetas, o por guerreros de la Edad del Bronce, según los ejemplos de Sagan) que perdurase el tiempo suficiente sería aniquilada. Y como este proceso colisivo debe de ser general en todos los sistemas estelares, si una civilización ha persistido lo bastante, necesariamente debería ser tecnológica, y por ello poseer la capacidad de comunicarse con nosotros.

Como réplica a la acusación de Mayr de que SETI es un programa puesto en marcha por astrónomos, físicos e ingenieros, Sagan terminaba recordando a algunos de los biólogos que trabajaban o habían trabajado en el programa, desde Melvin Calvin y Stephen Jay Gould hasta Linus Pauling y Francis Crick. Y añá-

día una declaración final de procedimiento: "Estamos convencidos de que la única prueba concluyente acerca de la existencia de inteligencias extraterrestres es de índole experimental. En este tema, ningún argumento a priori puede sustituir a un programa de observaciones".

MAYR CONTRAARGUMENTA: LA IMPROBABLE INTELIGENCIA

Los editores de *Bioastronomy News* concedieron a ambos investigadores el derecho de réplica. En la suya, Mayr⁷ retomaba la idea de que lo importante para realizar una evaluación rigurosa del programa SETI era analizar las probabilidades de coincidencia temporal de las posibles civilizaciones. Además, discutía la perogrullada de Sagan: "¿Cuál es la probabilidad de que la vida desarrolle un linaje de elevada inteligencia?" Para el ilustre zoólogo de Harvard, muy baja: tanto como lo demuestra el que, de esos 50.000 millones de especies, la inteligencia sólo ha aparecido en un subgrupo de primates: ningún procarionta, ningún protista, ningún hongo, ninguna planta, ningún otro animal ha desarrollado nunca ese rasgo que supuestamente le habría dotado de enormes ventajas evolutivas. Para concluir, se reafirmaba en que el caso de la Tierra demuestra que el tiempo de permanencia de una civilización sobre un planeta es más bien corto, por lo que las probabilidades de éxito de un programa como SETI pueden considerarse nulas.

LA ESTIRPE DE LAS BACTERIAS

En su contraréplica, Sagan⁸ establecía un paralelo entre los factores de probabilidad empleados por Mayr y los que empleó el astrónomo Frank Drake en la ecuación (en realidad, una expresión de probabilidad

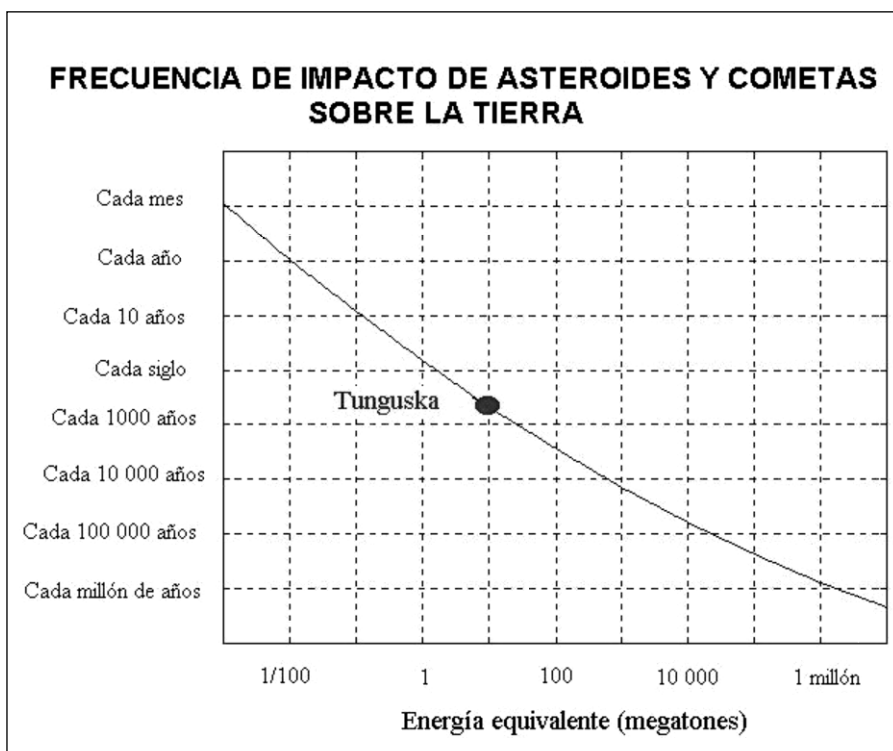


Figura 3. – Impactores del tamaño del que devastó la región siberiana de Tunguska (Rusia) en 1908 podrían caer sobre la Tierra con una periodicidad de algunos cientos de años. (Cortesía de los autores).



$$N_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times f_t = N$$

Figura 4. — La ecuación de Drake. N_* es el número de estrellas en la Vía Láctea; f_p la fracción de estrellas con sistemas planetarios; n_e el número de planetas adecuados para la vida; f_l es la fracción de n_e donde la vida surge realmente; f_i es la fracción de planetas con vida inteligente; f_c es la fracción de f_i que desarrolla una civilización técnica comunicativa; y f_t la fracción de una vida planetaria agraciada con una civilización técnica. (Gráfico de C. Sagan, en *Cosmos*).

compuesta, fig. 4) que, para evaluar la probabilidad de vida inteligente en nuestra galaxia, había planteado en 1961. Pero su gran triunfo (que, hay que reconocerlo, el propio Mayr le sirvió en bandeja) fue recordar que provenimos de las bacterias: "Los procariontes y los protistas *han evolucionado* a seres inteligentes, ya que son nuestros ancestros". La idea de que la evolución ha formado criaturas muy complejas (y eventualmente inteligentes) a partir de las bacterias es una de las bases de la concepción moderna de la teoría evolutiva tal como fue propuesta por Lynn Margulis⁹, una de las figuras científicas más brillantes y originales de todo el siglo XX. Para Margulis, la vida es fuerte y oportunista y busca continuamente estrategias nuevas para adaptarse a su ambiente y prosperar. Probablemente la más inmediata de estas estrategias es la cooperación entre estirpes celulares, base de la organización multicelular

(fig. 5). Puede ser una fase necesaria en la evolución hacia sistemas complejos, o quizás no; de lo que no hay duda es de que es posible: nosotros somos la evidencia.

Por otro lado, Sagan resaltaba el hecho de que en la Tierra la inteligencia ha surgido cuando aún tenemos ante nosotros cinco mil millones de años de evolución planetaria: si el ejemplo fuese representativo, una civilización se podría desarrollar en mucho menos tiempo que la vida media de una estrella de tipo Sol. Reconoció de nuevo que realizaba esta extrapolación a partir de un único caso; pero si esto hacía inaceptable el argumento, lo mismo sucedía con el de Mayr sobre la única especie inteligente entre cincuenta mil millones. Por último, tampoco le parecía convincente considerar una sola civilización tecnológica en la historia: dado que el calendario astronómico de los aztecas era superior al de los europeos de su época,

¿no podrían haber desarrollado radiotelescopios con el tiempo si la invasión de su mundo por el imperio español no les hubiese privado de futuro?

El parlamento final de Carl Sagan tenía un tinte ideológico: "No hemos sido testigos de la evolución de biosferas en un gran número de planetas, no sabemos lo que es posible y lo que no. (...) Admitamos nuestra ignorancia, olvidemos los argumentos *a priori*, usamos la tecnología que hemos tenido la fortuna de poder desarrollar e intentemos encontrar la respuesta. Esto es lo que Charles Darwin, que se convirtió de la ortodoxia religiosa a la biología evolucionista cediendo al peso de las observaciones, hubiese defendido".

EPÍLOGO: ¿ES LA TIERRA TAN "RARA"?

A la luz de los argumentos aportados por Mayr y Sagan, las reflexiones recogidas en el libro de Ward y Brownlee parecen, cuando menos, poco originales. Pero no sólo eso: en *Rare Earth* se descarta la posibilidad de que existan planetas habitables en las galaxias elípticas, un tercio del total, al ser demasiado pobres en elementos pesados; igualmente, en las espirales, sólo un toroide bien defi-



Lynn Margulis, Distinguished Professor en la Universidad de Massachusetts (EE.UU.) y miembro de la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU. (Fotografía de los autores).

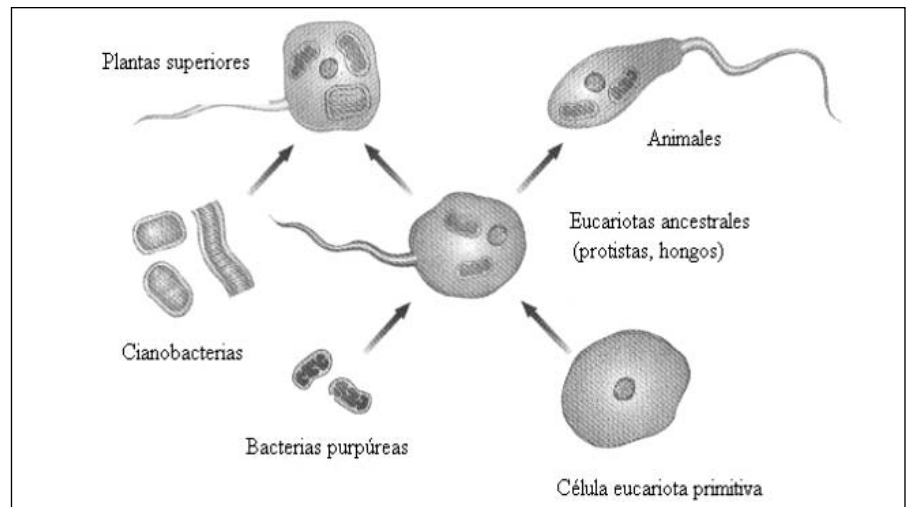


Figura 5.— El núcleo de la célula eucariota se originó a partir de un proceso de simbiogénesis entre procariontes primitivos. Después, un nuevo evento endosimbiótico con bacterias púrpuras y con flagelados dotó a los nuevos organismos de mitocondrias y motilidad. Finalmente, los cloroplastos vegetales fueron desarrollados a partir de simbiosis con cianobacterias. (según Lewin).

nido, la "Zona de Habitabilidad Galáctica", sería propicio para la vida, pues en las zonas muy próximas al núcleo galáctico la vida sería insostenible a largo plazo, debido a los efectos de los agujeros negros, la radiación y las supernovas, mientras que en la zona externa habría, de nuevo, escasez de átomos pesados. Además, aseguran, para que un planeta sea habitable precisa de compañeros gigantes tipo Júpiter, capaces de desviar las lluvias de cometas y asteroides; de un satélite de gran volumen, como la Luna, que ancle el eje de rotación e impida el cabeceo caótico del planeta; y de la cantidad suficiente de uranio como para generar por radiactividad el calor preciso para agitar el interior del planeta y provocar así el movimiento de los continentes, un rasgo esencial para la vida por su influencia sobre el reciclaje de elementos y el clima. En definitiva, Ward y Brownlee consideran la coincidencia de todos estos factores como un evento altamente improbable, lo que hace prácticamente nula la posibilidad de que la evolución haya tenido tiempo para que la inteligencia llegue a desarrollarse en otros lugares del Cosmos.

Sin embargo, los objetos en el límite del Universo observable (los objetos HERO, de *Hyper Extremely Red Objects*) parecen ser galaxias elípticas muy ricas en polvo, en las que se están formando estrellas con una abundancia de elementos pesados

similar a la de las estrellas de cualquier galaxia espiral; el concepto de "Zona de Habitabilidad Galáctica" recuerda demasiado al de "Zona de Habitabilidad Circumestelar", propuesto hace décadas para la región alrededor de una estrella donde existen las condiciones adecuadas para que el agua permanezca en estado líquido, al menos local o temporalmente (para el Sol, coincidía curiosamente con la órbita de la Tierra), y que se demostró inconsistente a raíz del descubrimiento de los vastos océanos interiores de algunos satélites de planetas gigantes; desde 1995, los datos nuevos incorporados al debate sugieren que lo excepcional es que ciertos tipos estelares, nada escasos en la Vía Láctea, no tengan planetas en órbita; y, en nuestros mundos vecinos, hemos descubierto océanos, volcanes activos y toda una colección de atmósferas (fig. 6). Además, la superficie de nuestra Luna, saturada de impactos, es la prueba evidente de que Júpiter no protege en absoluto a la Tierra del intenso bombardeo meteorítico (fig. 7); y su papel como estabilizadora de la rotación terrestre es aún hoy discutido. Por otro lado, el calor que mueve los continentes parece provenir, en realidad, de su almacenamiento durante la formación planetaria en el núcleo terrestre, donde no hay uranio.

Dado este contexto, plantear de nuevo el exotismo de la Tierra como planeta, del Sol como estrella, e

incluso de la Vía Láctea como galaxia, constituyen excentricidades difíciles de explicar. Difíciles pero no imposibles: *Rare Earth* ha sido un gran éxito editorial. ¿Lo hubiese sido también un libro que glosase la ubicuidad de vida inteligente en el Universo? Ello por no citar la pertenencia de Guillermo González (un tercer autor incorporado al grupo) a la Sociedad Bíblica Americana, un colectivo de dudosa imparcialidad en el tema.

Lo cierto es que una colección cada vez más abrumadora de datos apunta en sentido contrario. Pero, aunque éste no fuera el caso, tampoco habría que concluir por ello que la vida compleja es exclusiva de la Tierra: de hacerlo así, estaríamos cayendo en el geocentrismo de suponer que todas las posibles biosferas requieren condiciones *terrestres*. Los requisitos adecuados pueden ser diferentes en otros lugares de la Vía Láctea o de otras galaxias. Las respuestas de sus posibles biosferas serán, por tanto, distintas. Y allí donde la cooperación entre estirpes, o cualquier otro sistema de aumento de complejidad, constituya un beneficio evolutivo, sucederá.

En palabras de Sagan, "la ausencia de pruebas no es prueba de la ausencia". Nuestra ignorancia no es menor que en 1995, pero la altura del debate entre Mayr y Sagan ha quedado como un hito de la gran ciencia popular moderna. Y nos proporciona fuerza moral para seguir a la escucha. ■

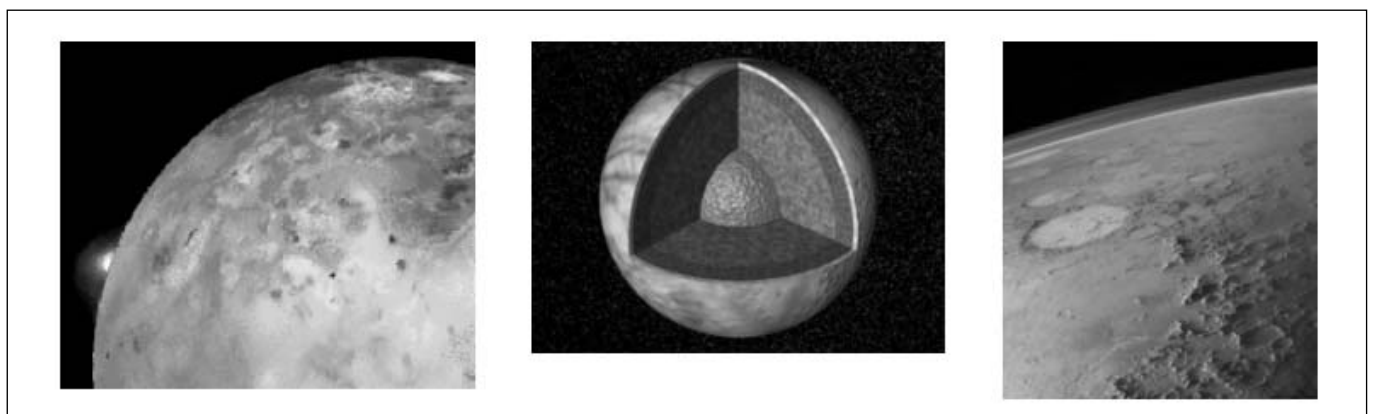


Figura 6.— Volcán activo en el limbo de Ío; corte del interior de Europa, mostrando su océano escondido; y la tenue atmósfera de Marte sobre la cuenca Argyre. (NASA).

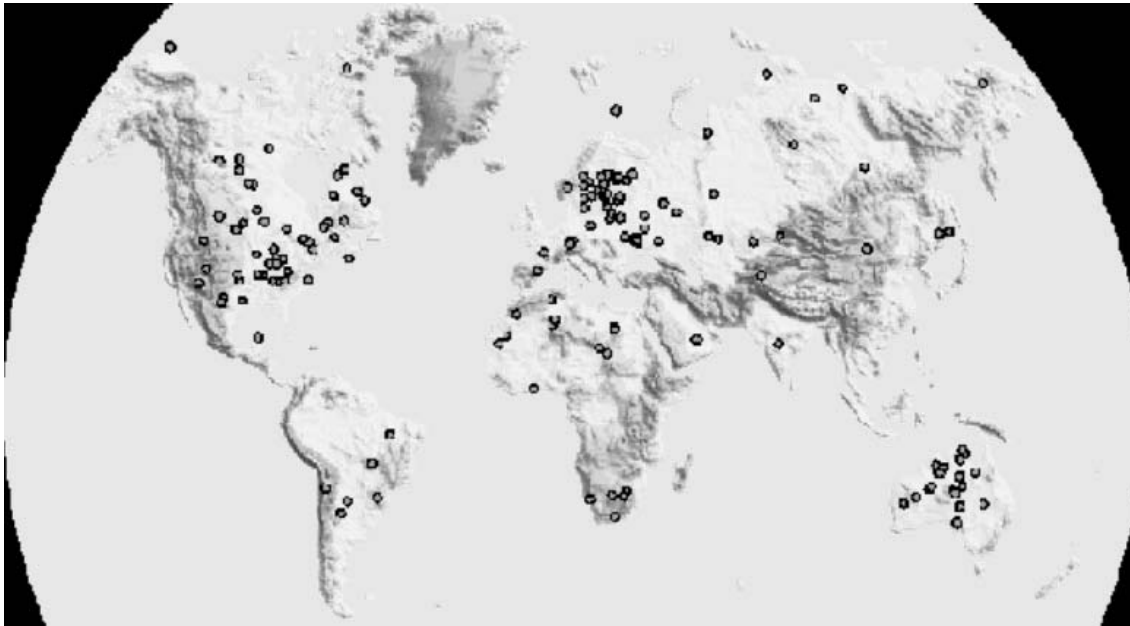
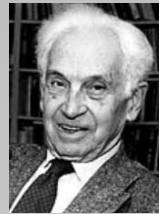


Figura 7.— Mapa que muestra los cráteres de impacto bien documentados existentes sobre la Tierra. La superficie de la Luna, igual que las de Marte o Mercurio, está saturada de cráteres; esto es, cualquier nuevo impacto caería sobre un cráter previo. Si en la Tierra o en Venus no ocurre lo mismo es únicamente porque distintas formas de erosión los han destruido. (NASA).

REFERENCIAS Y NOTAS:

- ¹ Ward, P. y Brownlee, D. (2000). *Rare Earth. Why complex life is uncommon in the Universe*. Copernicus Books/Springer, Washington.
- ² González, G., Brownlee, D. y Ward, P. (2001): "The Galactic Habitable Zone: Galactic chemical evolution". *Icarus*, **152**, 185-200.
- ³ González, G., Brownlee, D. y Ward, P. (2001): "Refuges for life in a hostile Universe". *Scientific American*, **285**, 60-67.
- ⁴ El texto original del debate puede encontrarse en la página web de la Sociedad Planetaria: <http://www.planetary.org/html/UPDATES/seti/Contact/debate/default.html>.
- ⁵ Mayr, E. (1995): "Can SETI succeed? Not likely". *Bioastronomy News*, **7**, nº 3.
- ⁶ Sagan, C. (1995): "The abundance of life-bearing planets". *Bioastronomy News*, **7**, nº 4.
- ⁷ Mayr, E. (1995): Response to "The abundance of life-bearing planets". *Bioastronomy News*, **7**, nº 5.
- ⁸ Sagan, C. (1995): "Is Earth-life relevant? A rebuttal". *Bioastronomy News*, **7**, nº 6.
- ⁹ Margulis, L. (1981): *Symbiosis in cell evolution: Microbial evolution in the Archaean and Proterozoic eons*. W. H. Freeman Company, New York.

Ernst Mayr nació en Kempten, Alemania, en 1904. Comenzó su carrera como ornitólogo, lo que, en los años veinte, le dio la oportunidad de participar en varias expediciones a Nueva Guinea. En 1930 fue contratado por el Museo de Historia Natural de Nueva York. Su labor docente comenzó en 1953, como profesor de Biología Evolutiva en la Universidad de Harvard, donde hoy ocupa el cargo de catedrático emérito de Zoología. En 1995, esta Universidad puso su nombre al Museo de Zoología Comparada que alberga.



Sus trabajos han contribuido a la revolución conceptual en biología que supuso la síntesis de la genética mendeliana y la evolución darwinista, así como a los conceptos de especie biológica y de equilibrios puntuados en evolución. Es autor de 23 libros y centenares de artículos científicos, tanto sobre evolución como de historia y filosofía de la biología y el pensamiento de Darwin. Ha sido distinguido con los más importantes galardones de la biología, tales como el Premio Internacional de Biología, el Premio Balzan y el Premio Craford.

Carl Sagan nació en Nueva York en 1934. Se graduó en física por la Universidad de Chicago a los 20 años, doctorándose después en astronomía y astrofísica. Desempeñó un importante papel en las misiones Mariner, Pioneer, Viking, Voyager y Galileo, por lo que recibió el Premio Internacional de Astronáutica. Fue fundador de la Sociedad Planetaria, así como Presidente de la sección de Ciencias Planetarias de la Sociedad Astronómica Americana y de la sección de Planetología de la Unión Geofísica Americana. Murió en 1996, siendo catedrático de astronomía y ciencias del espacio de la Universidad de Cornell.



Director durante doce años de la revista *Icarus*, escribió una docena de libros de ciencia popular y más de 400 artículos científicos. En 1978 fue galardonado con el Premio Pulitzer de Literatura por su obra *Los dragones del Edén*. Su serie de televisión *Cosmos*, y el libro que la sucedió, abrieron las ventanas de la ciencia a toda una generación.