

**¿Hay alguien ahí fuera?** Esa es una pregunta que ha estado rondando las cabezas de muchos pensadores durante muchísimo tiempo, y aunque no existe aún una respuesta concreta (y puede que nunca la tengamos), la actitud general ante la misma ha ido variando a lo largo del tiempo.

Las concepciones religiosas (al menos en lo que a lo que conocemos por occidente se refiere) tuvieron una influencia más que notable en las concepciones del universo. Salvo algunas excepciones, como es el caso de Giordano Bruno (Defendía que el Sol era solo una estrella más y que había infinidad de planetas habitados en el Universo), la actitud dominante consideraba a la especie humana como el culmen de un proceso creativo. Incluso cuando el centro del Universo se desplazó de la Tierra al Sol, con el triunfo del Heliocentrismo, el resto del universo era considerado como algo accesorio y secundario.

No será hasta el siglo XIX cuando se realizarán las primeras medidas de distancias a las estrellas, y con ello se da el primer paso a la comprensión de la enormidad del Universo. A lo largo de dicho siglo y, sobre todo, durante el siglo XX, se refuerza la idea de la trivialidad del sistema solar, en el sentido de entender que no puede ser más que una estructura común en el vasto universo, y con ello toma cuerpo la idea que el universo debe estar poblado, muy poblado, de especies semejantes a la nuestra y de culturas avanzadas.

Sin embargo, en 1950, Enrico Fermi planteó la siguiente cuestión, conocida como "Paradoja de Fermi": Si nuestra galaxia bulle de civilizaciones avanzadas, ¿Dónde están? Deberíamos haber encontrado señales de las mismas.

Lo cierto es que hoy carecemos de prueba alguna de esas supuestas civilizaciones (según algunos tan abundantes). Pero nuevos planteamientos nos empujan a reconsiderar la probabilidad de la presencia de civilizaciones avanzadas como mucho más reducida.

Consideremos en primer lugar la propia evolución de las formas de vida. Partimos, para nuestros análisis, de limitaciones claras e inevitables. Solo disponemos de un único ejemplo en el que basarnos, la evolución en la propia Tierra (inferencia bayesiana, es decir análisis estadístico a partir de pocos datos observables). Si bien es cierto que, a nivel de formas de vida elementales, la variedad y adaptabilidad de la vida a entornos muy diversos e incluso extremos es enorme, estas

se reducen en la medida que observamos formas de vida cada vez más complejas.

Además, nuestros cada vez más profundos conocimientos sobre la capacidad de reacción química de los distintos elementos, nos dan una alta certeza en el hecho que el carbono es el elemento fundamental para el desarrollo de cualquier forma de vida. La causa es la capacidad del carbono de formar compuestos altamente complejos. Tanto es así que de los 55 millones de síntesis químicas conocidas, más de 10 millones corresponden a la química del carbono (poco más del 18%). Ningún otro elemento tiene tal capacidad (El siguiente elemento que permite cierta variedad de compuestos, pero a gran distancia del carbono, es el silicio. No se han encontrado, por el momento, pruebas que apunten a la posibilidad que el silicio pueda sustentar vida). Por tanto, todo nos hace suponer que la presumible vida fuera de la Tierra tendrá que basarse también en la química del carbono (inferencia bayesiana).

Sobre tales fundamentos, el segundo condicionante es la disponibilidad de un disolvente que permita las reacciones propias de la vida, y este es el agua, lo que a su vez condiciona la vida y su evolución a la existencia de un entorno en el que el agua pueda darse en forma líquida. De ello se deduce que los planetas más proclives para la vida sean los que están situados en la zona denominada "ricitos de oro", es decir, a una distancia de sus respectivas estrellas en que la energía recibida de las mismas den lugar a unas temperaturas que permitan el agua líquida.

¿Quiere eso decir que no puede darse vida en otros lugares con condiciones muy distintas? No, si nos referimos a formas de vida básicas. En la propia Tierra encontramos tales formas de vida en lugares considerados totalmente inhóspitos (zonas con temperaturas extremadamente altas, o por el contrario extremadamente bajas, grandes presiones, elementos químicos normalmente considerados incompatibles con la vida, o combinación de tales factores). Lo que no encontramos en tales entornos son formas de vida compleja.

Pero el verdadero problema surge cuando nos planteamos formas de vida compleja que, además, puedan dar lugar a vida inteligente capaz de desarrollar una civilización tecnológica.

La primera cuestión a analizar es que entendemos por vida inteligente. No es un problema banal, puesto que si observamos las

múltiples especies animales de este planeta, podemos detectar que existe un cierto grado de inteligencia en todas ellas, lo que provoca la necesidad de definir si existen diferencias cualitativas y si estas determinan una calificación que implica diferencias importantes entre tales especies. Y por otra parte si el desarrollo de la misma es un objetivo implícito en la evolución, o una característica que puede o no darse aleatoriamente.

A la luz de nuestros conocimientos en materia de evolución, debemos aceptar que la inteligencia es el resultado de dicha evolución, y que su aparición y desarrollo es consecuencia de que esta representa un beneficio evolutivo, es decir, mejora la capacidad de la especie para sobrevivir como tal. Pero ¿Significa esto que el desarrollo de la misma es un objetivo en sí mismo? En absoluto. Tenemos múltiples ejemplos de cómo formas de vida simple han sobrevivido desde la aparición de la vida en la Tierra. Por tanto la inteligencia no es una característica estrictamente necesaria para tal supervivencia.

¿Existe una diferencia entre la inteligencia animal y la humana? En este apartado existen discrepancias en cuanto a la valoración del mismo. Expongo aquí mi opinión. Y esta es que si existen, y fundamentales.

Si hablamos de la inteligencia emocional, entendida como la capacidad para comprender las intenciones, motivaciones y deseos de otras personas, la memoria, las interrelaciones con los semejantes, o incluso con otros seres vivos, estaríamos hablando de un modelo de inteligencia compartido con infinidad de especies. Si por el contrario hablamos de un modelo de inteligencia que permite la abstracción y la comprensión del universo en el que vivimos, la cosa varía muchísimo y tal inteligencia no sería algo común, en el sentido que, aunque estuviera presente en algunas especies, tendría limitaciones en su desarrollo y alcance.

Este último párrafo puede inducir a malas interpretaciones. No pretendo decir que otras especies no pudieran desarrollarlo, sino que, para que tal hecho se dé, es necesario que también se den las condiciones de entorno necesarias para que potencien su desarrollo.

¿Qué ha sido necesario para que la especie humana haya alcanzado el éxito obtenido? La suma de factores que han aportado un valor añadido que supera, en su suma, el valor individual de cada uno de ellos. El desarrollo de un lenguaje que ha permitido la expansión de

ideas y conocimientos. Unas manos con dedo oponible (el pulgar) que permiten la utilización de herramientas, unido a la bipedestación que ha liberado para otros usos las extremidades superiores. El desarrollo del lenguaje escrito y simbólico, que permite la transmisión del conocimiento de una generación a otra con alto grado de calidad y fidelidad, así como la transmisión de ideas complejas.

No cabe duda que debieron darse un cúmulo de factores de entorno para potenciar la confluencia de todas esas circunstancias, y con ello la posibilidad de desarrollo de una civilización tecnológica.

Pero aún hay más ¿Podría darse una evolución hacia formas desarrolladas de inteligencia en entornos muy distintos al que nuestros antepasados tuvieron? No puede descartarse totalmente. Especies como los delfines demuestran poseer elevados niveles de inteligencia, incluyendo un posible lenguaje complejo, pero lo que nunca podrán desarrollar en una civilización tecnológica, puesto que esa precisa de la utilización de herramientas y del fuego, condiciones imposibles en el entorno en el que esa especie vive.

Podría alegarse que ello no impide el desarrollo de formas de conocimiento. Buena parte del desarrollo del conocimiento filosófico humano no ha requerido (al menos directamente) del soporte de la tecnología. Es un conocimiento empírico, que es el basado en la experiencia, en la percepción, pero que no nos permite afirmar que sea una verdad incuestionable, ni extraer conclusiones universales.

De la misma forma que nuestra concepción del universo estuvo altamente limitada antes de que la tecnología nos permitiera el acceso a la observación profunda y la ciencia nos diera las bases para su comprensión, una especie (como los delfines, por ejemplo) incapacitada para el desarrollo tecnológico, aunque tuviera un alto grado de inteligencia, estaría totalmente limitada en la aplicación de la misma al conocimiento del Universo.

Con ello pretendo dejar claro que el desarrollo y evolución de la vida, para dar lugar a una especie capaz de desarrollar una civilización tecnológica, debe superar una infinidad de condicionantes, y no necesariamente tales circunstancias deben cumplirse inevitablemente.

Incluso, cumpliéndose todas las condiciones para el desarrollo de la vida y su evolución, esta no tiene porqué desembocar en una especie que desarrolle una cultura tecnológica. La visión, ampliamente

extendida, que presenta el proceso evolutivo como una pirámide, cuya base la componen las formas más simples, y cuyo culmen lo encabeza la especie humana, como especie que representa el final de todo el proceso, es totalmente falsa. La evolución explora las distintas alternativas posibles con lo que se desarrollan variadas especies. Si tales soluciones son válidas para la supervivencia, tales especies se mantendrán, y si no, se extinguirán. Pero la inteligencia no es en sí un objetivo. Si se da, será que es una solución válida para un conjunto de circunstancias concretas.

Hasta ahora hemos analizado el tema desde el aspecto de los condicionantes de la evolución, que en realidad reducen las posibilidades de la aparición de especies que desarrollen una civilización tecnológica. Siendo restrictivos, consideremos el tiempo de existencia de los vertebrados como el periodo con posibilidades de desarrollo de especies altamente inteligentes (descartamos de un plumazo todas las especies no vertebradas, por lo que los resultados que obtendremos son más favorables). Tal periodo abarca 480 millones de años. Si consideramos el inicio de la inteligencia desarrollada a partir de la presencia de los homínidos, 3,5 millones de años (En este caso somos poco restrictivos al calificar las especies altamente inteligentes. En mi opinión, calificar como especie altamente inteligente a los primeros homínidos es más bien arriesgado. Con ello quiero resaltar que las valoraciones resultantes son poco restrictivas en cuanto a las posibilidades de la aparición de la inteligencia avanzada), del periodo total de la presencia de especies susceptibles de desarrollar esa inteligencia, solo tenemos constancia de la existencia real de la misma en un tiempo que representa tan solo un 0,73% del total. Si este parámetro es extensivo a los planetas que presenten idénticas condiciones para la vida que las que presenta la Tierra, el desarrollo de civilizaciones tecnológicas es poco probable.

Pero claro, estamos hablando de planetas que presenten un entorno semejante al terráqueo, y aquí se presenta una segunda cuestión peliaguda. ¿Cuál es la probabilidad de encontrar planetas de las mismas características que la Tierra? En realidad no tenemos una idea clara aún, pese a las frecuentes afirmaciones de nuevas "Tierras" encontradas, pero si podemos hacer algunas acotaciones de máximo (por supuesto sujeto a posibles y notables variaciones).

A principios de 2016, el número de planetas confirmados alcanzaba la cifra de 2049, de los cuales un 13% eran terrestres, un 21%

supertierras y un 1% subtierras. Cuando hablamos de esas categorías nos estamos refiriendo a planetas rocosos y con masas situadas dentro de un abanico "aceptable". De momento nada sabemos de la composición de su atmósfera o su superficie. Por tanto, algunas de las afirmaciones que, frecuentemente, se vierten en prensa, sobre su idoneidad para la vida, son meras especulaciones.

Ahondando en el tema, y empezando por calificados como terrestres, abordamos planetas con masas situadas entre 0,43 y 4,8 masas terrestres, radios que van desde 0,58 a 8,99 el radio terrestre y gravedades del orden de 0,04 la gravedad terrestre a 8,51 veces esta. Son los pocos datos de los que podemos tener un cierto grado de certeza, tamaño, masa, distancia a su estrella y de esta última deducimos, teniendo en cuenta el tipo de estrella, la radiación recibida por el planeta, lo que nos da una idea de su temperatura (con un alto grado de incerteza, ya que en esta influyen otros muchos factores: composición de la atmósfera, albedo del planeta, movimientos de este en relación a su estrella, actividad geológica,...). El rango de temperaturas va desde -232 a más de 6000 grados centígrados. Si limitamos nuestro interés por una ventana entre -50° y 150° (por la cuestión de las posibles desviaciones de las mismas por causas aún no detectables), nuestra lista se reduce a 33 planetas, lo que representa un 1,6% del total de planetas descubiertos.

De las estrellas alrededor de las cuales orbitan esos planetas, al menos un tercio son enanas rojas. Con ello no quiero decir que los planetas que orbiten estrellas enanas rojas no puedan tener vida, ni mucho menos, pero ese entorno, al menos para la vida compleja, es complicado, poco apto. La zona de habitabilidad está muy cerca de la estrella. A lo que hay que sumar que tales estrellas son dadas a una cierta inestabilidad, en cuanto a explosiones, lo que hace que tales planetas deban hacer frente a fuertes dosis de radiación, algo no demasiado bueno para la vida.

Lo que si nos dicen las últimas exploraciones es que la variedad en los planetas es mucho mayor de lo que pensábamos, por lo que encontrar planetas parecidos al terrestre puede ser bastante más difícil de lo que nos parecía en principio.

En cuanto a las supertierras, aunque su número es mayor, en proporción parecida orbitan enanas rojas (con los consiguientes problemas). Tienen, además unas masas considerablemente mayores

lo que implica una gravedad media dos veces y media la de la Tierra (una persona de 70 kg. pesaría alrededor de 175 kg., lo que condicionaría el desarrollo de la vida compleja y el desarrollo de una civilización tecnológica. Así mismo el número cuya temperatura está dentro de los parámetros antes utilizados es de 66.

Pero incluso cumpliendo las condiciones de tamaño, gravedad, permanencia en la zona de habitabilidad de la estrella, composición rocosa, etc., ello no implica que necesariamente sea habitable. Pensemos que en la zona de habitabilidad del Sol hay tres planetas, Venus, la Tierra y Marte, pero tanto Venus como Marte no tienen las condiciones necesarias para la vida compleja.

Esperemos que con los medios que próximamente se pondrán a disposición de los astrónomos, los conocimientos sobre los exoplanetas que vamos descubriendo sean cada vez más completos. Pero lo cierto es que, a priori, las posibilidades de una tasa alta de planetas con las condiciones óptimas para el desarrollo de formas de vida complejas que puedan incluir una especie capaz de desarrollar una civilización tecnológica, parece ser muy baja.

Eso, evidentemente, no excluye la posibilidad de que existan civilizaciones tecnológicas, aunque estas puedan ser escasas. El siguiente problema es determinar cuánto tiempo sobreviven tales civilizaciones después de llegar al punto de ser capaces de darse a conocer fuera de su propio planeta.

Para el análisis de esta cuestión, solo contamos, una vez más, con nuestra historia, y de ella podemos deducir que el avance en conocimientos y tecnología está lejos de ser constante y progresivo. Baste ver como a épocas de avance en conocimiento se suceden otras en que se producen retrocesos. Ello es debido al propio funcionamiento de nuestro cerebro y a los mecanismos desarrollados por la evolución.

Decía antes, hablando de la inteligencia, que tenemos muchos elementos en común con el resto de especies, y que nuestra principal diferencia es precisamente nuestra capacidad de razonamiento lógico. Sin embargo, este último, se ve frecuentemente oscurecido por procesos que corresponden a la llamada inteligencia emocional y a la forma que tenemos de acceder al conocimiento de lo que nos rodea, a través de nuestros sentidos.

Lo cierto es que somos incapaces de procesar la enorme cantidad de información que podemos recibir, y por ello nuestro cerebro realiza continuamente recomposiciones e interpretaciones con los retazos de la misma que maneja. Por ello es tan fácil de engañar. Si queréis comprobarlo y tenéis ocasión, ved la serie documental "Brain Games". Gracias a ello los ilusionistas pueden hacernos ver cosas imposibles.

Pero ello tiene también su lado oscuro. La superstición, la creencia en la magia o en la religión, son algunas de las herencias de este mecanismo, y con ello la preeminencia en muchos momentos de la irracionalidad sobre la razón.

Tampoco ayudan los instintos básicos que, válidos en su momento para la supervivencia humana, cuando no había prácticamente diferencia alguna con el resto de animales, hoy se han convertido en un estorbo en el comportamiento humano dentro del entorno de una sociedad compleja.

Hemos avanzado muchísimo en conocimientos, pero conservamos aún todo nuestro bagaje de comportamiento animal, que hoy da más problemas que soluciones. Y esos problemas se han manifestado, y se manifiestan, poniendo en peligro nuestra propia supervivencia, tanto a nivel físico como a nivel de estructura social y civilización tecnológica. Actuamos irracionalmente en el uso de recursos, en el crecimiento de la población, en el uso de nuestras capacidades de destrucción militar, en muchos y variados aspectos que nos podrían llevar al desmoronamiento de nuestra civilización, e incluso a la extinción.

Y este es otro aspecto de la cuestión. Dado que las causas de tal comportamiento las compartimos con el resto de especies, hemos de suponer que, en el marco de la evolución, este es un factor común. De todas las posibles civilizaciones del universo, ¿Cuántas logran sobrepasar este cuello de botella? Carecemos de información suficiente para valorarlo, pero si observamos nuestro propio devenir, no creo que nos equivoquemos mucho si nos atrevemos a afirmar que pocas.

Además, hay un factor añadido. Las culturas más antiguas de las que tenemos noticias tienen una existencia que se remonta a 8.000-10.000 años (12.000 para los más atrevidos), con tecnologías meramente básicas. La primera emisión de radio (incluyendo la



radiotelegrafía) se realizó en 1901, es decir, hace poco más de un siglo. Este es el acontecimiento que abre nuestras puertas al cosmos. Es el avance tecnológico que nos permite intentar la comunicación con otras civilizaciones tecnológicas del Universo (Y también recibir sus señales). Es decir, de los 10.000 años de existencia de civilización tecnológica, solo los últimos cien tienen efectos reales en el cosmos. Y eso es también algo extensible a cualquier civilización que haya existido o exista.

Si combinamos lo expuesto en estos últimos párrafos, la ventana de tiempo en que una civilización tecnológica puede darse a conocer será, en la mayoría de los casos, muy estrecha (Desde que es capaz de emitir señales hacia el espacio hasta que se autodestruye). En este caso, para que detectemos las emisiones de otra civilización, deberán darse bastantes coincidencias: Que el periodo de emisión de esa civilización, más el tiempo para que dichas señales lleguen a nosotros se corresponda con el periodo que media entre la aparición de nuestra cultura y la época actual para que las señales nos lleguen, precisamente, cuando tenemos capacidad para detectarlas.

Para los defensores de la existencia de generalizada de grandes civilizaciones en el cosmos, uno de los argumentos habitualmente utilizados es que nosotros debemos ser unos recién llegados. Después de todo, nuestro sistema solar apenas tiene 4.600 millones de años, mientras que el Universo alcanza los 13.800 millones de años. Es decir, ha precedido un periodo de 9.200 millones de años a la aparición del sistema solar en el que habrían podido desarrollarse múltiples civilizaciones.

Sin embargo la cuestión es un poco más compleja. El Universo inicial tenía una composición más bien pobre. El 75% hidrógeno y el 24% helio, con un 1% de otros elementos. En términos cosmológicos, tenía una extremadamente baja metalicidad (En cosmología, todos los elementos superiores al hidrógeno y al helio en la tabla periódica, son considerados metales)

Habría que esperar a la formación de estrellas y posterior muerte (especialmente supernovas) para que este Universo se enriqueciera con la presencia de los demás elementos que forman la tabla periódica. Ello implica que la formación de planetas (especialmente los rocosos) no pudo empezar a darse hasta que, al menos, toda una generación de estrellas hubiera terminado su periodo de existencia. Incluso una generación probablemente fuera demasiado poco para

contar con el suficiente material para que los planetas rocosos fueran cosa frecuente. Así pues, durante un periodo indeterminado, en los inicios del Universo, la posibilidad de existencia de planetas aptos para la vida fue, primero nula, y después extremadamente baja, hasta que este aumentó, de forma notable, su metalicidad.

A todo ello, hay que añadir un nuevo factor relacionado con la metalicidad, cuya exposición en un artículo de "Investigación y Ciencia" (nº 495 de diciembre 2017) ha inspirado este artículo.

En 1967, en plena guerra fría, los EE.UU. sospechaban de la posible experimentación con armas nucleares en el espacio, por parte de la Unión Soviética. Para confirmar o desmentir sus sospechas, decidieron poner en órbita una serie de satélites (proyecto Vela) cuya misión era detectar la emisión de radiación que acompaña a la explosión nuclear.

La sorpresa fue que lo que se detectó fueron emisiones de rayos gamma procedentes del espacio profundo. Con el tiempo y la consiguiente investigación, se ha llegado a la conclusión que los "Brotos de Rayos Gamma" (GRB) son el resultado de la emisión de fuertes destellos de rayos gamma procedentes de supernovas o de la fusión de pares de estrellas de neutrones. Estas emisiones se producen siguiendo el eje de rotación de los astros implicados y formando un haz con un ángulo de dispersión muy estrecho (entre 2 y 20 grados). Cuanto más estrecho es el haz, más se concentra la energía del mismo y más potente resulta.

Tal concentración de energía se convierte en un peligro para la vida, puesto que el alcance de sus efectos destructores es de varios miles se años-luz (las extinciones del Ordovícico-Silúrico parecen estar relacionadas con uno de esos Brotos).

Parece existir una correlación entre metalicidad y el tamaño de la galaxia, por una parte, y frecuencia de tales Brotos, por otra: A mayor metalicidad y mayor tamaño, menor número de Brotos. Por tanto en las galaxias más antiguas (con menor metalicidad y más pequeñas) el número de Brotos debió ser mucho más alto, y las probabilidades de supervivencia de las distintas formas de vida, mucho menor.

En los cálculos realizados por los autores del artículo, se llegó a la conclusión que solo el 10% de las galaxias, las más grandes y

masivas, dispondrían de condiciones para albergar vida avanzada capaz de desarrollar vida inteligente

También hay que tener en cuenta que las grandes galaxias (como la Vía Láctea) suelen tener galaxias enanas rodeándolas. Estas galaxias enanas son proclives a producir GRBs en su interior, convirtiéndose este en uno de los dos factores que limitan la vida en las partes más externas de las grandes galaxias (La incidencia de tales emisiones en los planetas situados en la parte más externa de las grandes galaxias podría afectar a la capacidad de supervivencia de la vida en tales planetas). El otro factor es la densidad de estrellas y procesos de formación y muerte de las mismas en las partes centrales de la galaxia, que crearían un entorno altamente hostil para la vida. La conclusión es que ese diez por ciento de galaxias proclives a la vida, tendrían, al igual que las estrellas, una zona de habitabilidad, que estaría situada, aproximadamente, a dos tercios del centro de la galaxia y un tercio del límite externo de la misma.

Teniendo en cuenta el tiempo necesario para la formación de las grandes galaxias, y con ellas la reducción de los GRB que actúan como esterilizadores de la vida en la galaxia, la vida en las mismas podría ser un hecho relativamente reciente, quizás no más de 5.000 millones de años. Así pues podría ser que formáramos parte de la primera hornada de formas de vida inteligente.

¿Quiere eso decir que la vida inteligente en el universo está reducida a nosotros? No, no necesariamente. Los cálculos actuales nos indican que el número de galaxias en el Universo supera los dos billones (2.000.000.000.000). Suponiendo que solo el diez por ciento tengan las condiciones necesarias para que en ellas existan planetas en los que se puedan desarrollar, y sobrevivir largamente seres vivos inteligentes, aún queda un número muy considerable de lugares donde pueda desarrollarse una civilización tecnológica, nada menos que 200.000.000.000 de galaxias. Si el resto de factores reduce la posibilidad de tales civilizaciones a una de cada cien galaxias, seguimos teniendo un número muy alto de civilizaciones, 2.000.000.000 millones de civilizaciones. Sin embargo, la posibilidad de interacción entre ellas, o simplemente la posibilidad de detectarlas, se vuelve muy, muy remota. La distancia media entre galaxias es de 3,26 millones de años luz (3.260.000 AL), distancia media que cabe suponer será mayor si solo contamos con las galaxias que efectivamente cuenten con civilizaciones avanzadas (No me atrevo a dar una valoración puesto que la distribución no será

homogénea, puesto que las galaxias más antiguas, y por tanto más lejanas abundaran más en baja metalicidad y serán, en media, más pequeñas, pero si es de suponer que la distancia media a la estimación de galaxias capaces de contener tales civilizaciones será ampliamente mayor.

Eso significa que la información que en principio nos puede llegar de tales civilizaciones, ha de recorrer más, bastante más, de 3,26 millones de años-luz. Las probabilidades de detección se vuelven minúsculas, y a efectos prácticos, es como si no existieran. Esa podría ser la explicación de la paradoja de Fermi.