

Sobre la pluralidad de los mundos habitables



PUEDE QUE LA TIERRA NO SEA TAN ESPECIAL, NI LA VIDA TAN RARA COMO A VECES SE PIENSA

Por Fernando Ballesteros (Observatori Astronòmic, UV)

PERMÍTANME COPIAR PARA ESTE ENSAYO EL TÍTULO DEL FAMOSO LIBRO DE CAMILLE FLAMMARION, quien se inspirara a su vez en el trabajo de Giordano Bruno, y permítame preguntar al aire: ¿bulle el Universo con vida, o es nuestro mundo una anomalía? Esta es una de las preguntas que más ampollas ha levantado a lo largo de la historia (en el caso de Giordano Bruno, esto fue literalmente cierto) debido a que tiene importantes repercusiones religiosas y filosóficas. Hasta hace bien poco cualquier respuesta a esta pregunta era altamente especulativa, pero ahora, gracias a nuestro nivel de conocimiento científico, la respuesta a la misma es, simplemente, especulativa. Bromas aparte, y a pesar de que no conocemos la respuesta, la ciencia sí puede darnos ciertas indicaciones. Al menos, creemos que podemos saber si un mundo es habitable, independientemente de que esté habitado o no. La Tierra, sin duda, es habitable.

Un cúmulo de coincidencias

¿Pero qué hace habitable la Tierra? Si uno se para a examinar, ial parecer un cúmulo improbable de coincidencias! Entre estas coincidencias improbables se encuentra el hecho de que la órbita del Sol alrededor del centro de la Galaxia es prácticamente circular. Esto hace que nuestro Sistema Solar se encuentre siempre a la misma distancia del núcleo galáctico, lejos de las potentes emisiones de rayos gamma del agujero negro supermasivo que habita en su interior. Estrellas con órbitas más excéntricas no han tenido tanta suerte y cada cierto tiempo se acercan demasiado a la peligrosa zona central de la Galaxia.

Otra coincidencia es que la Tierra se encuentra a la distancia correcta del Sol, en una región del Sistema Solar bautizada con el nombre de Zona de Habitabilidad. Esta zona se define como la región en la cual la radiación de la estrella puede mantener temperaturas en la superficie planetaria lo bastante altas para permitir que el agua esté líquida (que luego lo esté o no puede depender de otros factores,

como la presión atmosférica, el albedo o la presencia de gases con efecto invernadero). Si la Tierra estuviera mucho más lejos del Sol, el agua estaría en forma de hielo y no tendríamos mares. Si estuviera más cerca, el calor del Sol sería demasiado elevado y el agua se evaporaría. Resulta además que la zona de habitabilidad cambia con la evolución de las estrellas. Conforme pasa el tiempo y dejan de ser jóvenes, las estrellas van emitiendo cada vez más energía, con lo que la zona de habitabilidad se va alejando hacia el exterior. Cuando el Sol era una estrella joven, esta zona comprendía los planetas Venus y Tierra. Posteriormente, al aumentar la actividad solar, la zona de habitabilidad se extendió, y Venus quedó fuera de ella, comprendiendo actualmente los planetas Tierra y Marte. Por casualidad, nuestro planeta ha tenido una órbita privilegiada que le ha permitido encontrarse siempre dentro de esta zona ideal.

Además, de todos los cuerpos rocosos del Sistema Solar, sólo nuestro planeta posee tectónica de placas, que permite entre otras cosas la renovación del CO₂ atmosférico y con ello la existencia de un ciclo del carbono, indispensable para la vida. Esta tectónica de placas única funciona gracias al elevado calor interno de nuestro planeta, que proviene en su mayor parte de la desintegración de elementos radiactivos en el interior del planeta, lo que mantiene el núcleo y el manto en un estado fluido. Es también esta fluidez del interior planetario la que permite que el núcleo de hierro del planeta continúe girando como una gran dinamo, gracias a lo cual se genera el campo magnético de la Tierra, con mucho el más potente entre los planetas rocosos del Sistema Solar. Como sabemos, el campo magnético de la Tierra crea un colchón efectivo contra las partículas cargadas de alta energía procedentes del viento solar, protegiendo la vida de los efectos dañinos de esta radiación.

El satélite perfecto

A la lista de rarezas hay que añadir también la existencia de la Luna, un satélite gigante que no tiene parangón entre los demás planetas rocosos del Sistema Solar. Por supuesto, existen satélites de tamaño comparable, incluso mucho mayores, pero todos esos satélites giran alrededor de los planetas gigantes gaseosos. Ningún planeta rocoso posee un satélite tan grande como el nuestro, de un tamaño comparable al del cuerpo que orbita. Y ello se debe al extraño origen de la Luna, de nuevo una casualidad única: una colisión fortuita entre la primitiva proto-Tierra y un cuerpo planetario con un tamaño similar al del planeta Marte, durante la época de formación del Sistema Solar. Como resultado de esta colisión, los dos cuerpos planetarios se fusionaron en uno, uniéndose sus núcleos de hierro y quedando en órbita alrededor del planeta Tierra resultante una gigantesca nube de materia,



Nuestro planeta ha tenido una órbita privilegiada que le ha permitido encontrarse siempre dentro de esta zona ideal

Ningún planeta rocoso posee un satélite tan grande como el nuestro, de tamaño comparable al cuerpo que orbita

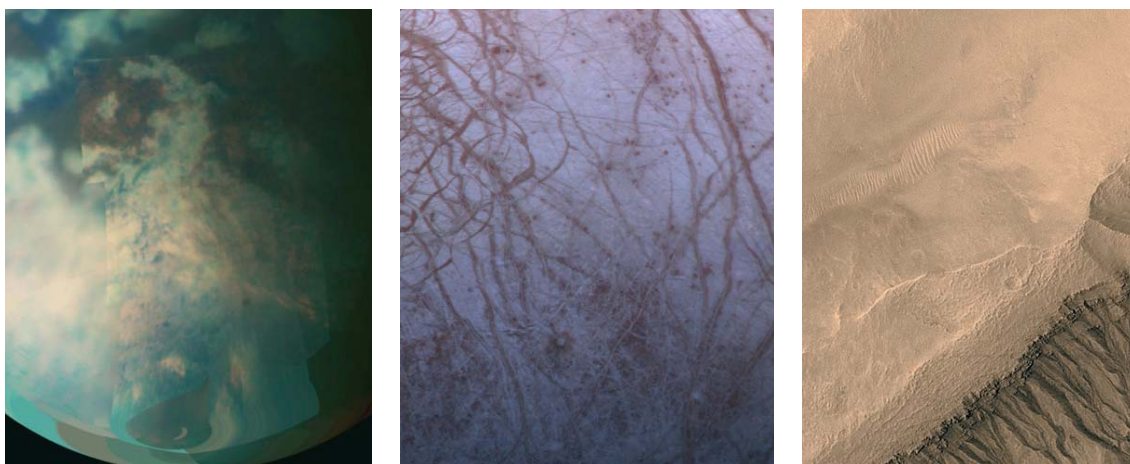
producto de la colisión, formando un anillo. Con el tiempo, el anillo se condensó en un segundo cuerpo planetario que estaba en órbita casi circular. Nació así la Luna. Es importante destacar que para que al final se forme un cuerpo como la Luna en

órbita circular, el ángulo en el que la colisión se debe producir ha de mantenerse en unos valores muy restringidos. Por tanto solo un choque de cada muchos podría terminar dando un sistema doble como el nuestro. Era más probable que no ocurriera, pero por casualidad ocurrió.

Pero, ¿qué relación puede tener la posesión de un satélite gigante con la vida? Para empezar, la Luna es la causante de las mareas. Muchas especies costeras dependen de este ciclo de subidas y bajadas del nivel del mar para su propio ciclo vital. Más aún, algunas teorías sobre la aparición de la vida creen que las mareas lunares, debido a los cambios de concentraciones químicas que producían en las costas, fueron indispensables para que la vida apareciera sobre la Tierra.

La Luna también tiene influencia en la inclinación del eje de rotación de la Tierra. Su presencia impide que varíe demasiado. Por comparación, algunos astrónomos sostienen que la inclinación del eje de Marte ha sufrido enormes oscilaciones a lo largo de su historia, debido a que el tirón gravitatorio de los planetas gigantes Júpiter y Saturno induce en el eje marciano una dinámica caótica. Si la Tierra no contara con el estabilizador efecto de la Luna, le ocurriría algo similar a Marte, lo que habría tenido sin duda consecuencias demoledoras para la vida.

Esta hipótesis que defiende la excepcionalidad de la Tierra recibe el nombre de Tierra Rara. Sostiene que nuestro planeta es un mundo entre algodones, un lugar donde se ha dado toda una serie de improbables circunstancias afortunadas que han conducido a la vida compleja. Basta con que una de ellas no hubiera sucedido para que no existieran seres inteligentes que estuvieran leyendo esta revista.



Detalles de Titán, Europa y Marte (NASA).

¿Le ha convencido? Pues permítame que le diga que todo esto no son más que pamemas, el último reducto del geocentrismo. En realidad, las anteriores circunstancias no son tan excepcionales; tal vez sean más comunes de lo que creemos. Por ejemplo, hay pruebas de que en el pasado hubo tectónica de placas en Marte, y por otro lado los últimos datos de la sonda Cassini muestran que Titán, el satélite gigante de Saturno, presenta en su superficie señales de fracturas que sugieren la existencia de tectónica de placas. Por su parte, Ío tiene un activo vulcanismo estimulado por las fuertes mareas que Júpiter induce en él, que estrujan el satélite y (debido al calor generado por este rozamiento) mantienen su interior en estado fluido, sin necesidad de echar mano de desintegraciones radiactivas. Este vulcanismo de Ío juega un papel análogo a la tectónica de placas, y renueva la superficie planetaria cada pocos miles de años.

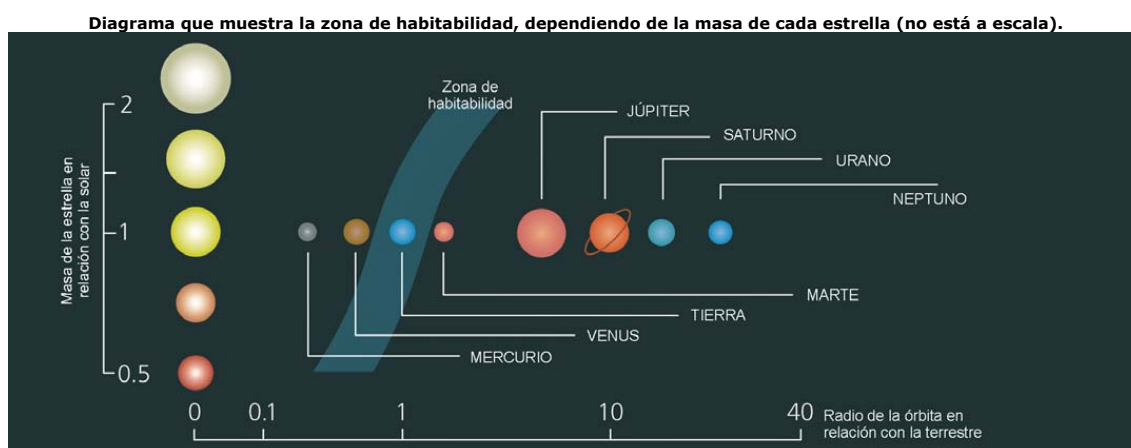
Por otro lado, la propia importancia de la zona de habitabilidad está en entredicho. Por una parte, sabemos que Marte en el pasado, durante la época en que se encontraba fuera de la zona de habitabilidad, tuvo agua líquida en su superficie (es

lo que se conoce como paradoja del Débil Sol Joven). Por otra parte tenemos datos que nos indican que Europa, la luna de Júpiter, posee un océano de agua líquida

En realidad, ser satélite de un gigante gaseoso proporciona muchas de las ventajas listadas arriba

posee un océano de agua líquida bajo su capa de hielo, a pesar de que está totalmente fuera de la zona de habitabilidad. Además, Júpiter y los planetas gigantes en general realizan un trabajo de estabilización del eje de sus satélites mucho mejor que el que hace la Luna con el eje de la Tierra. Y al girar alrededor de planetas gigantes (que cuentan con potentes campos magnéticos), no es necesario tener un campo magnético propio que proteja al satélite de la radiación ionizante. Basta con estar a la "sombra" del campo del "hermano mayor". En realidad, ser satélite de un gigante gaseoso proporciona muchas de las ventajas listadas arriba (además de tener otras: por ejemplo, el planeta gigante puede ofrecer una pantalla eficaz contra esporádicos rayos gamma). Así que tal vez el caso particular de la Tierra, después de todo, no es más que uno de todos los posibles escenarios donde la vida puede aparecer, y sea un error concentrarse sólo en considerar réplicas exactas de la Tierra, como han hecho los defensores de la hipótesis de la Tierra Rara.

Los satélites gigantes alrededor de planetas gaseosos son una buena alternativa, y en el universo abundan.



Fernando BALLESTEROS (Observatori Astronòmic, UV)

Este artículo aparece en el número 30, febrero 2010, de la revista "Información y Actualidad Astronómica", del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)