

# Marte vs. Titán

## una confrontación de la habitabilidad humana

Por Kasha Patel



**H**ASTA DONDE SABEMOS, LA TIERRA ES EL ÚNICO PLANETA CON vida. Ésta tiene agua líquida accesible, comida y WiFi. Pero, ¿y si hay otro lugar en el universo donde los humanos puedan sobrevivir y ver cómodamente Netflix? Los científicos están buscando otras ubicaciones habitables en todo el universo y están buscando dos candidatos posibles: Marte y la luna de Saturno, Titán. Estudiar estos y otros cuerpos celestes puede ayudar a los científicos a aprender sobre los procesos químicos que ocurren en nuestro sistema solar y ayudarnos a comprender el pasado, el presente y el futuro de nuestro propio planeta.

Al pensar en vivir en otro planeta, primero debemos pensar en las condiciones en la Tierra que nos ayudan a sobrevivir. En la Tierra, los humanos pueden caminar por la superficie, respirar oxígeno, beber agua líquida, sobrevivir a una temperatura agradable y vivir protegidos de las ondas energéticas del sol. Encontrar todas esas condiciones en un objeto estelar diferente no es fácil. Así que los científicos están buscando la siguiente mejor opción, enfocados en Titán y Marte.

### Aire gaseoso de Titán

Titán es quizás un candidato inesperado para que los humanos lo habiten porque ni siquiera es un planeta, aunque tiene muchas características similares a las de un planeta. Es la segunda luna más grande de nuestro sistema solar, más grande que nuestra luna y el planeta Mercurio. Más importante aún,

Titán es la única luna en nuestro sistema solar que tiene una atmósfera y rasgos de nubes que la hacen similar a la Tierra.

El aire de Titán contiene aproximadamente un 95% de nitrógeno ( $N_2$ ) y un 5% de metano ( $CH_4$ )— casualmente un ingrediente secundario en los pedos, aunque no del tipo oloroso. También tiene pequeñas cantidades

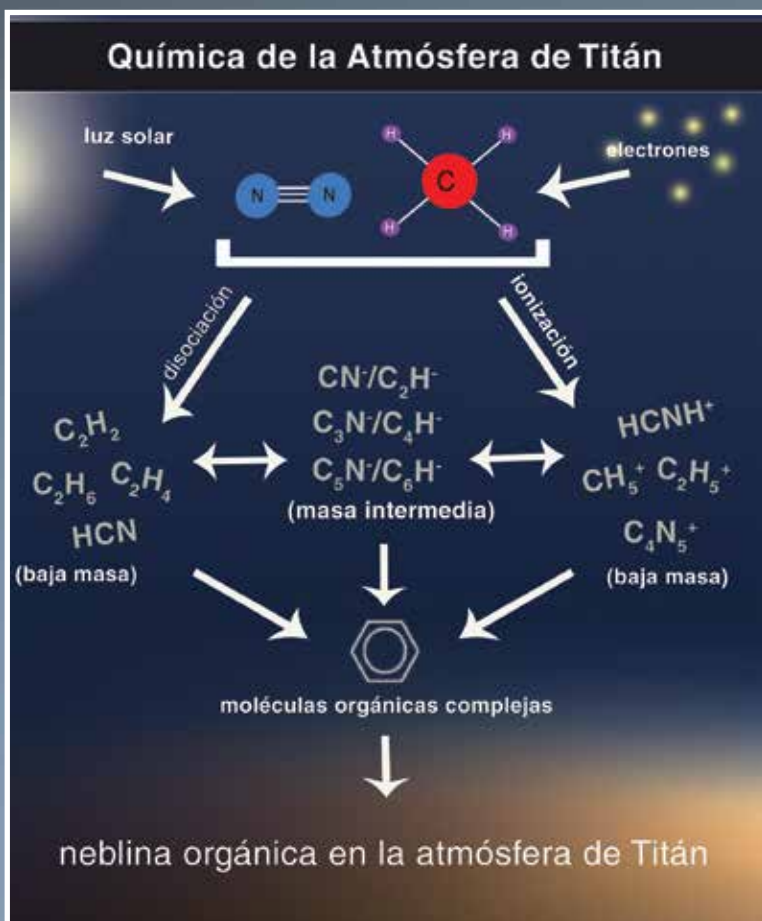
de otros compuestos ricos en carbono. La cantidad de metano en el aire de Titán es una de las grandes diferencias químicas de nuestro planeta natal. En lugar de agua, las nubes, la lluvia y los lagos de Titán están compuestos de metano líquido y etano ( $C_2H_6$ ).

El metano juega un papel importante en el mantenimiento de la espesa atmósfera de Titán. Éste contribuye al efecto del gas de invernadero que ayuda a evitar que las temperaturas de la luna caigan muy bajas. Sin metano, las temperaturas serían lo suficientemente bajas como para que el gas nitrógeno se condensara en líquido y la atmósfera colapsaría. Aquí en la Tierra, el vapor de agua y el dióxido de carbono son los gases de efecto invernadero predominantes.

El metano atmosférico de Titán también impulsa la formación de compuestos orgánicos más complejos. Las moléculas atmosféricas de metano y nitrógeno están expuestas a la luz ultravioleta del sol y a las partículas de alta energía que se aceleran en el campo magnético de Saturno. Esta energía impulsa las reacciones con nitrógeno, hidrógeno y carbono para crear compuestos orgánicos más complejos.

Algunos de esos complejos compuestos orgánicos son moléculas aromáticas, como el benceno. Otros son compuestos cargados negativamente conocidos como aniones de cadena de carbono (por ejemplo,  $CN^-$  y  $C_2H^-$ ). Se cree que estos compuestos lineales son los

Estudiar la superficie de Titán podría ayudar a los científicos a reconstruir cómo comenzó la vida en la Tierra.



**QUÍMICA COMPLEJA DE TITÁN**—Durante su recorrido de 13 años por Saturno y sus lunas, la nave espacial Cassini de la NASA reveló que la química de la atmósfera de Titán es más compleja de lo que los científicos pensaban anteriormente. El nitrógeno y el metano en la atmósfera superior están expuestos a la luz del sol y a las partículas energéticas, incluyendo los electrones y los protones. Esta exposición conduce a la formación de compuestos más complicados, que luego podrían combinarse en moléculas con masas atómicas de hasta 8,000 dalton.

componentes básicos de moléculas más complejas y pueden ser la base de los primeros pobladores de la Tierra. Los científicos no están seguros de cómo o por qué, pero estas moléculas complejas se desplazan más abajo en la atmósfera, se transforman en una neblina compleja de aerosoles orgánicos y finalmente alcanzan la superficie de Titán.

## ¿Vida en Titán?

Tal como está, Titán es completamente inadecuado para la vida terrestre. Las temperaturas extremadamente frías de  $-180^{\circ}\text{C}$  (aproximadamente  $-290^{\circ}\text{F}$ ) congelarían cualquier agua presente, y toda la vida en la Tierra es basada en agua. Aunque la presión atmosférica en Titán es moderada—1.5 veces la presión de la atmósfera de la Tierra, lo que los buceadores experimentan 15 pies bajo el agua—no hay oxígeno en ella.

Entonces, los humanos tendrían que vivir en un ambiente cerrado que podría calentarse y llenarse con oxígeno, quizás producido a partir del agua congelada que está presente en Titán.

Si pudiéramos lograr esta hazaña tecnológica, ¿estaríamos compartiendo el planeta con formas de vida nativas a diferencia de la vida en la Tierra? Los científicos han especulado que quizás podría existir vida que no es basada en agua líquida, sino en hidrocarburos líquidos como el metano o el etano, que son abundantes en Titán. Como fuente de energía, dicha vida podría usar la reacción de acetileno e hidrógeno, dos gases que son conocidos por existir en Titán, ya que su combinación produce mucha energía:



Nadie ha visto aún ninguna evidencia convincente de la vida en Titán, y es difícil imaginar cómo la vida podría superar los problemas de operar a temperaturas tan bajas (donde las reacciones químicas son muy lentas). ¡Pero sería genial visitar Titán para verificar las posibilidades!

Desafortunadamente, llegar a Titán es difícil. Los satélites no tripulados han tardado años en llegar a la luna distante, y actualmente no tenemos la tecnología para transportar a los humanos tan lejos. Pero los científicos han estado explorando otra posibilidad para nuestro futuro hogar, y ésta es mucho más cercana.

## Marte: polvoriento y oxidado

Marte se encuentra a una distancia viable para los viajes espaciales humanos—tomaría unos siete meses llegar allí—pero sus condiciones de vida no son ideales. El planeta está devastado por la dañina radiación ultravioleta. Tiene una magnetósfera débil que no proporcionaría mucha protección contra la radiación espacial o las partículas cargadas entrantes del sol. No hay suficiente oxígeno para nosotros respirar. La superficie marciana presenta principalmente polvo de hierro y rocas que le dan al planeta su color rojo y oxidado. Marte podría ser apodado “Polvoriento Oxidado”.

Entonces, ¿por qué los científicos están estudiando el viejo “Polvoriento Oxidado”? La evidencia geológica en Marte sugiere que el planeta alguna vez fue como la Tierra con lagos, clima cálido y posiblemente vida. Los científicos están explorando si la vida pudiera sobrevivir en el Marte de hoy día.

Un obstáculo para el asentamiento humano en Marte hoy día es su atmósfera. La atmósfera, compuesta principalmente de dióxido de carbono, es actualmente unas 100 veces más delgada que la de la Tierra. La delgada atmósfera hace imposible que los humanos puedan respirar y mantenerse calientes. La atmósfera también es demasiado delgada para sostener el agua líquida, que es esencial para la vida humana.



(continúa en la página 4)



# Buscando patrones de vida



**E**N LA TIERRA, TENEMOS BACTERIAS MICROSCÓPICAS, escarabajos de seis patas, humanos de siete pies de alto y ballenas del tamaño de un monstruo. En la medida que los científicos exploran el universo, están aprendiendo que la vida en otro planeta podría verse diferente a la nuestra. Muchos planetas no tienen los ingredientes que los terrícolas necesitan, como el agua. Si la vida existiera en otro planeta, los organismos podrían sobrevivir con una composición química diferente a la que conocemos aquí en la Tierra.

Entonces, esto plantea la pregunta: *¿Cómo buscamos la vida cuando ni siquiera conocemos su composición química?*

## Es complicado

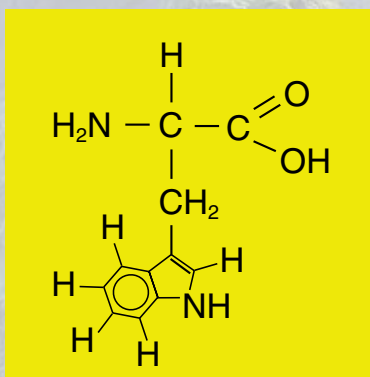
Los aminoácidos a menudo se llaman los “bloques de construcción de la vida” en la Tierra porque forman nuestras células, músculos y tejidos. Los científicos han encontrado estas moléculas orgánicas en todo el universo, pero los tipos más abundantes son estructuras simples como la glicina.

La glicina es el aminoácido más simple porque tiene un hidrógeno como cadena lateral, mientras que todos los demás aminoácidos tienen cadenas de carbono más sofisticadas.

Altas proporciones de aminoácidos simples, como la glicina, en otros planetas muestran que la vida es, en el mejor de los casos, rudimentaria, o más probable, aún no se ha formado. Se podría esperar que los organismos encadenaran moléculas para crear aminoácidos más complicados, como el triptófano, que incluye un anillo aromático. **Los humanos solo usan 20 aminoácidos, pero hay muchos más. Aunque los científicos no necesariamente saben qué aminoácidos podrían ser un signo de formas de vida extraterrestres, buscan grandes cantidades de moléculas orgánicas complicadas o estructuras complejas como un signo potencial.**



La misión “ExoMars” en 2020, dirigida por la Agencia Espacial Europea, tendrá un espectrómetro de masa de la NASA para buscar señales de vida.



Grandes cantidades de moléculas complejas similares al aminoácido triptófano, arriba, podrían indicar la presencia de vida en otros planetas—o lunas.

## Es hora de empatar

Los científicos también buscan cadenas de carbón pares. Toda la vida conocida en la Tierra usa carbono para vivir, crecer y reproducirse. Y la mayoría de nuestras cadenas de carbono aparecen mayormente en números pares porque muchos procesos en organismos vivos producen carbono en pares. En cadenas no producidas por organismos vivos, el carbono es añadido uno por uno, dando como resultado números pares e impares de carbonos en una cadena.

## Midiendo moléculas

Los investigadores buscan compuestos químicos usando espectrómetros, instrumentos que descomponen la composición de un objeto. Al igual que un prisma, estos registran la luz emitida por una nube o planeta y luego dividen la señal en sus longitudes de onda individuales. Debido a que cada elemento o molécula emite luz en colores específicos, los científicos pueden parear los colores a un elemento o molécula individual. La mayoría de los espectrómetros funcionan con luz, pero algunos miden sustancias químicas individuales en masa.

**Los espectrómetros se colocan en muchas naves espaciales para estudiar las composiciones de los planetas y otros objetos en el espacio.** Los espectrómetros han ayudado a los científicos a identificar la materia orgánica en Marte y las complejas mezclas de hidrocarburos y compuestos de carbono y nitrógeno en Titán. Con este creciente acervo de información, los científicos se acercan a aprender más sobre qué tipos de organismos podrían existir—ya sean microscópicos o de monstruosas dimensiones. GM

(continúa de la página 2)

## Cómo obtener energía en Marte: Usa hierro, hombre

Al igual que en la Tierra y Titán, los organismos vivos en Marte necesitarían energía para sobrevivir. Marte tiene pocas fuentes potenciales de energía que podrían ayudar a los microorganismos a crecer. El explorador de Marte de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), llamado "Curiosity", incluso detectó moléculas orgánicas en una muestra de polvo de roca. Pero Marte no tiene abundante material orgánico en su superficie como Titán.

Lo que sí tiene es mucho hierro. En la Tierra, los microbios usan energía de reacciones químicas con hierro en las rocas—y lo mismo podría ser cierto para Marte. Los microorganismos podrían absorber energía de una reacción de oxidación-reducción de

hierro. El ambiente marciano tiene muchos donantes y aceptadores de electrones, como hierro ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ), hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), perclorato ( $\text{ClO}_4^-$ ) y monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ).

Aunque los científicos aún no han encontrado vida en Marte, la NASA está buscando enviar humanos a Marte en la década de 2030. El SpaceX planea lograr esto para 2024

## Sobreviviente: Marte

Los investigadores ya han desarrollado mucha de la tecnología necesaria para mantener la vida en Marte. Los trajes espaciales podrían ayudarnos a resistir la baja presión, y las casas burbujas podrían proteger a los habitantes de la radiación dañina del sol y proporcionar una atmósfera respirable. La NASA también está investigando cómo se puede obtener el oxígeno de la atmósfera de dióxido de carbono y cómo extraer el agua de las rocas. (Nota: los investigadores infor-

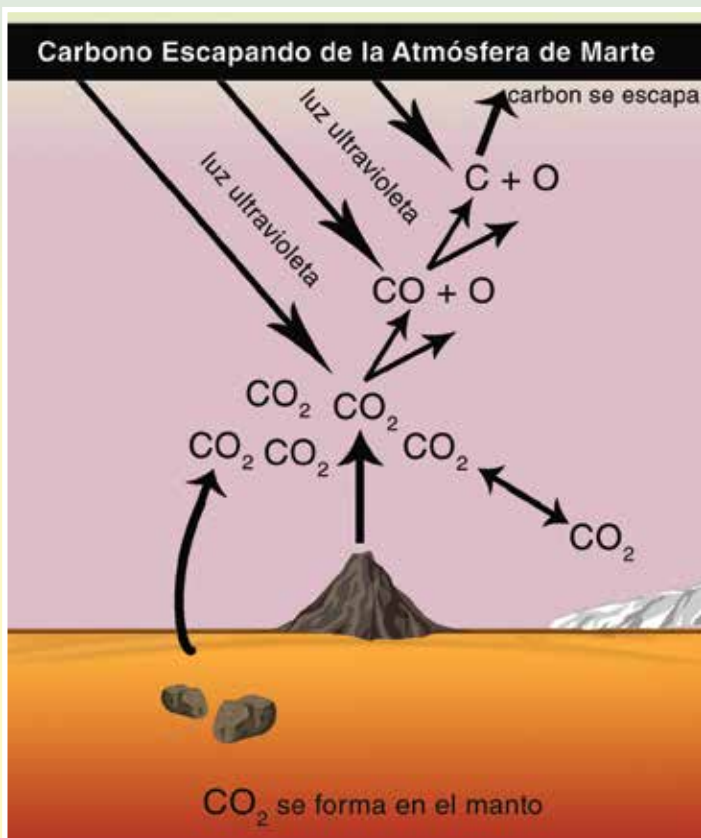


El astronauta Richard F. Gordon se adapta a la perfección durante la cuenta regresiva del prelanzamiento del Apollo 12 el 14 de noviembre de 1969.

maron este verano que es probable que haya agua líquida en Marte). Los investigadores simularon el suelo marciano aquí en la Tierra y pudieron cultivar alimentos sencillos, como tomates y guisantes.

Aunque Marte podría ser más receptivo a la habitabilidad humana que Titán, los investigadores continúan estudiando la distante luna ya que sospechan que el universo contiene muchos cuerpos celestes similares. Se han descubierto miles de otros planetas en las últimas dos décadas, y muchos de ellos tienen condiciones similares a las encontradas en Titán. Así que descubrir cómo sobrevivir potencialmente allí podría aplicarse a otros planetas en la galaxia.

Al menos, Titán y Marte proveen información sobre el pasado y el futuro de la Tierra. Piense en la Tierra, Titán y Marte como una trilogía de películas que cuenta la historia de la evolución de la vida. Titán es la precuela que muestra la Tierra antes de la vida. La Tierra muestra el ambiente presente con vida. Marte es la secuela de la Tierra, que muestra un mundo posterrestre. Al explorar estos lugares (y otros), los científicos están aprendiendo más sobre cómo se creó la vida en la Tierra y de lo que el futuro podría deparar. <sup>CM</sup>



**CARBONO MARTIANO**—El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) se forma en el manto de Marte. El gas entra a la atmósfera directamente a través de los volcanes, o se cristaliza a partir de magmas, y luego se libera en el aire. El gas puede interactuar con los cascos polares. Cuando la luz ultravioleta del sol choca con una molécula de  $\text{CO}_2$ , se divide en monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) y oxígeno. El  $\text{CO}$  puede entonces descomponerse en carbono y oxígeno. Los científicos han propuesto que algunos átomos de carbono tendrían suficiente energía para escapar de la atmósfera de Marte. Este mecanismo de pérdida se llama fotodisociación ultravioleta. Si bien este proceso libera oxígeno a la atmósfera, Marte solo contiene una pequeña cantidad de oxígeno, no suficiente para respirar, según Renyu Hu, un científico planetario del Laboratorio de Retropropulsión de la NASA.

### REFERENCIAS

- Gerstenmaier, W. H. Presentación al Consejo Asesor de la NASA. Progreso en la definición del "Deep Space Gateway and Transport Plan", 28 de marzo de 2017.
- Weber, K. A.; Achenback, L. A.; Coates, J. D. "Microorganisms Pumping Iron: Anaerobic Microbial Iron Oxidation and Reduction". *Nature Reviews Microbiology*, 1 de octubre de 2006.
- Schulze-Makuch D.; Grinspoon, D. H. "Biologically Enhanced Energy and Carbon Cycling on Titan?" *Astrobiology*, 3 de agosto de 2005. DOI: 10.1089/ast.2005.5.560