

José Alfredo Rojas Vivas, Pablo Martínez Sosa y Paola Molina Sevilla

Las huellas de la vida en el planeta rojo

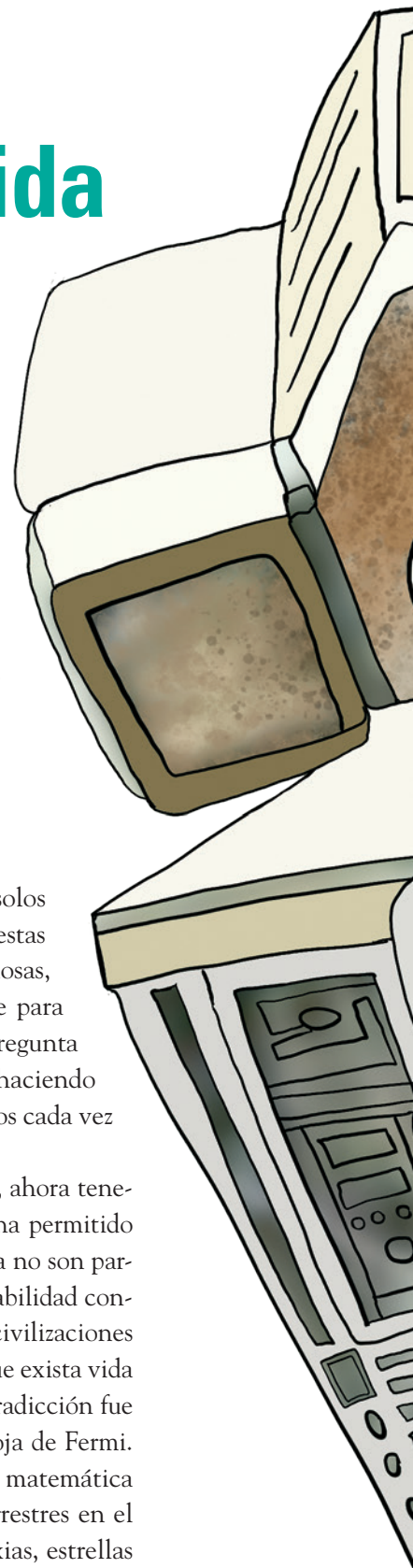
La búsqueda de vida fuera de nuestro planeta se ha centrado en Marte. A lo largo de la historia hemos cambiado su estudio de los telescopios al desarrollo de misiones espaciales, cuyos resultados sugieren que dicho planeta pudo albergar vida en su pasado. En este texto mencionaremos algunas misiones y los hallazgos más relevantes que nos han aportado evidencias para la identificación o no de vida en este planeta.

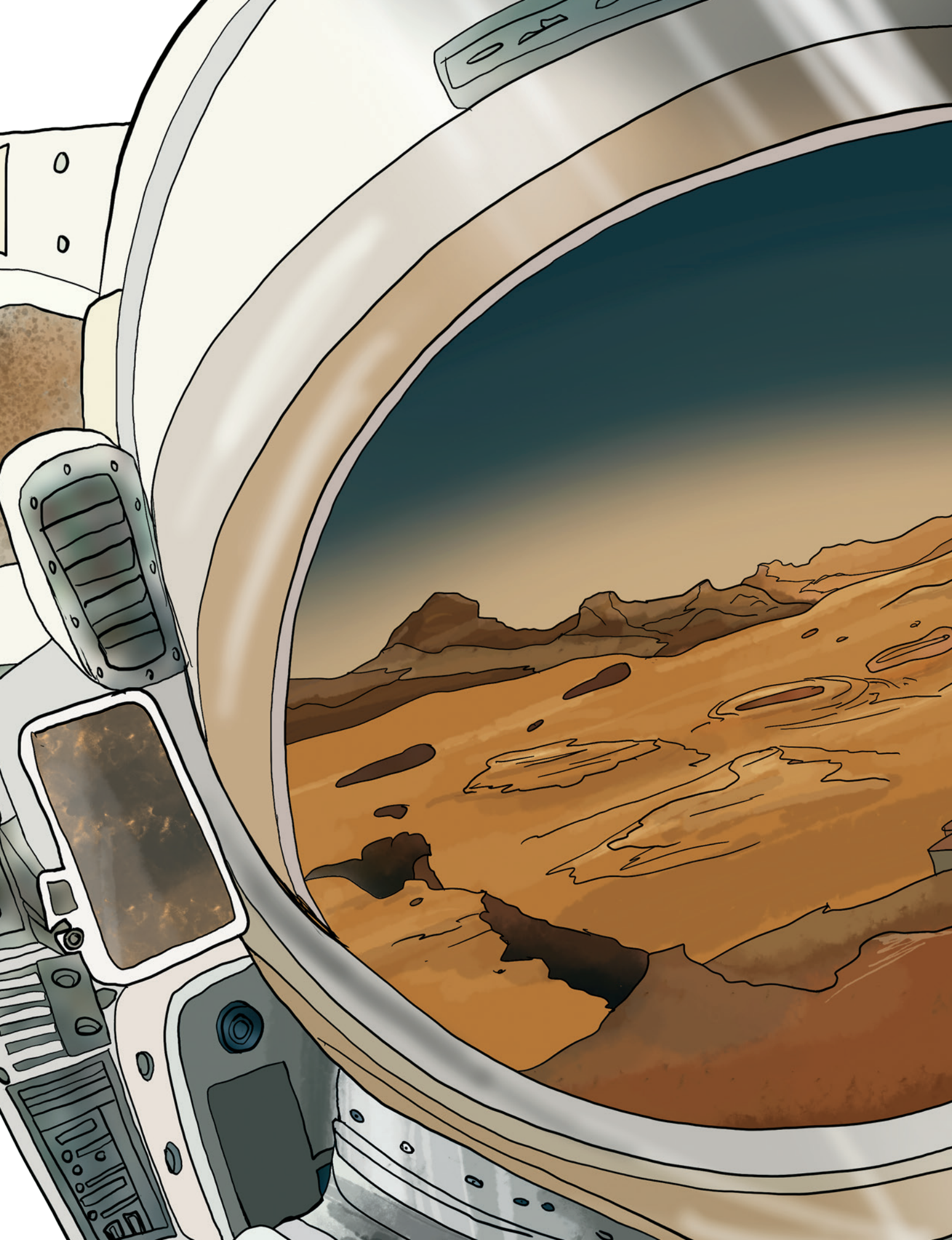
Introducción

A lo largo del tiempo, la humanidad se ha preguntado: ¿estamos solos en el universo? En diversos contextos se ha llegado a respuestas distintas, ya sea invocando principios filosóficos, ideas religiosas, o hipótesis basadas en principios físicos, lo cual no es sorprendente para una pregunta tan complicada. Aunque a la fecha sigue siendo una pregunta abierta, los esfuerzos que científicos alrededor del mundo continúan haciendo para detectar señales de vida en otros planetas nos permiten acercarnos cada vez más a una posible respuesta.

Gracias a los avances en astronomía y física en las últimas décadas, ahora tenemos una gran cantidad de información sobre el universo y esto nos ha permitido darnos cuenta de que tanto nuestro sistema solar como nuestro planeta no son particularmente únicos dentro del cosmos. Esto sugiere que hay una probabilidad considerable de que exista vida en otros planetas y que pudieran existir civilizaciones avanzadas. Sin embargo, a la fecha no hemos detectado evidencia de que exista vida microscópica o compleja fuera de nuestro planeta. Esta aparente contradicción fue notada desde 1951 por Enrico Fermi, a la cual se le denominó Paradoja de Fermi.

Con un enfoque similar, en 1961, Frank Drake ideó una relación matemática que estima la posible cantidad de civilizaciones inteligentes extraterrestres en el universo, considerando algunas características específicas de las galaxias, estrellas y planetas que pudieran dar lugar al desarrollo de vida inteligente, tomando como






ejemplo a la propia humanidad, pues somos el único ejemplo conocido.

Ante esta problemática, ha surgido una nueva disciplina llamada astrobiología, que ha tomado como directriz entender el origen, evolución y distribución de la vida en el universo. Actualmente sólo conocemos el 5% del universo y la única región a la que hemos podido enviar instrumentos científicos es nuestro propio sistema solar. De acuerdo con lo anterior, la astrobiología sugiere que existen lugares potenciales donde pudo haberse originado o existido vida, por ejemplo: el planeta Marte, dos lunas de Saturno (Titán y Encélado) y una luna de Júpiter (Europa). De todos ellos, el que presenta mayor factibilidad para la exploración es Marte, por su cercanía. A pesar de que se encuentra relativamente cerca, hemos tenido la necesidad de crear nuevos tipos de instrumentos capaces de realizar observaciones y experimentos de forma remota para poder comenzar a explorar el planeta vecino. En este artículo iremos dando cuenta de los avances y retos que ha representado para la comunidad científica la búsqueda de vida en el planeta rojo.


Los telescopios, primeros indicios

 Las primeras observaciones del planeta rojo fueron realizadas en 1610 por Galileo Galilei, quien utilizando su telescopio refractor observó solamente un disco de color rojo. Posteriormente y junto con la invención de mejores telescopios reflectores, se realizaron observaciones un poco más claras de la superficie marciana, llegando a inferirse algunas propiedades planetarias, como su tamaño, masa, periodo de traslación (tamaño de su órbita), periodo de rotación (duración de su día). Asimismo, se han inferido algunos procesos en su superficie que podrían indicar la presencia de agua líquida. La posibilidad de agua líquida en la superficie y de una atmósfera densa hizo que los astrónomos consideraran factible que existiera vida en la superficie marciana. Esta idea tomó fuerza gracias a que, en 1877, Giovanni Virginio Schiaparelli describió una serie de estructuras en la superficie marciana con características similares a “canales”, que asoció a una formación natural por flujo de agua.

En el contexto de las grandes obras de ingeniería realizadas a finales del siglo XIX, como la construcción del canal de Suez y el canal de Panamá, las observaciones de Schiaparelli influyeron para que en 1906 Percival Lowell, un aristócrata americano aficionado a la astronomía, interpretara esas líneas observadas en Marte como canales construidos de manera artificial por una civilización alienígena inteligente que habitaba en el planeta rojo.

En esa época, se propagó la noticia de que se había encontrado evidencia de la existencia de vida inteligente en Marte, dando pauta para que los escritores de la época dejaran volar su imaginación y publicaran trabajos alusivos a la vida marciana.

La era espacial, un gran desencuentro

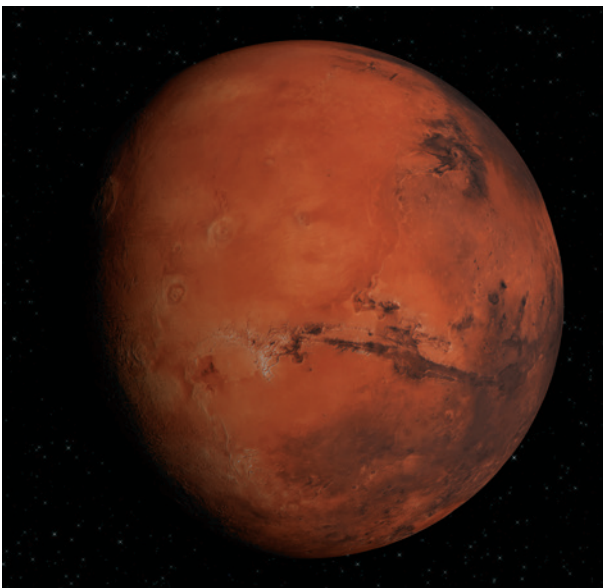
 La llegada de la era espacial fue un parteaguas para los estudios sobre Marte. En la década de los 60 del siglo pasado, la primera nave en orbitar Marte fue la misión Mariner 4, en la que se tomaron 22 fotografías que dejaban al descubierto un sitio con muchos cráteres de impacto de meteoritos, sin rastro alguno de canales y mucho menos de grandes obras de ingeniería realizadas por alguna civilización inteligente. Poco después, las misiones Mariner 6, 7 y 9 pudieron explorar con mayor detalle, obteniendo un total de 7 530 imágenes de la superficie y caracterizando el clima. Quedó así claro que la superficie marciana es un desierto seco, frío, con formación de dunas y prácticamente hostil para la vida. Estas observaciones descartaron la posibilidad de vida inteligente en Marte; sin embargo, aún era posible que existieran microorganismos capaces de tolerar las condiciones extremas del planeta.

El análisis minucioso de las imágenes obtenidas mostró rasgos geológicos que sugerían que en el pasado Marte pudo haber contenido grandes cuerpos de agua líquida e incluso un ciclo hidrológico, además de haber tenido fuentes de energía, tales como el vulcanismo e impactos de meteoritos. Estas características pudieron prevalecer el tiempo suficiente para que se originara vida en el pasado del planeta rojo e incluso mantenerla de alguna forma hasta la actualidad. Por tal motivo, se desarrolló la misión

de exploración espacial Viking, conformada por dos naves gemelas, cada una de las cuales se componía de un orbitador y un módulo de aterrizaje. Viking ha sido la primera y única misión espacial en buscar vida microscópica en otro planeta.

Los dos módulos Viking eran propiamente laboratorios de análisis que, además de otros instrumentos, contenían tres equipamientos diseñados específicamente para identificar la presencia de actividad biológica en la superficie marciana, usando como referencia la vida microscópica de nuestro planeta. Los experimentos a realizar se conocían como “liberación pirolítica”, “liberación de gases marcados” e “intercambio de gases”.

Con la liberación pirolítica se deseaba investigar la posible presencia de metabolismos similares a la fotosíntesis terrestre. Para ello se incubaron muestras de la superficie marciana, en presencia de CO_2 o CO marcados radiactivamente, agua y luz, para investigar si podrían ser incorporados a compuestos orgánicos. El experimento denominado “liberación de gases marcados” pretendía investigar la presencia de metabolismos similares a la respiración microbiana. En este último experimento se investigó si la adición de nutrientes marcados radiactivamente a muestras de la superficie del planeta rojo generaría la liberación de varios gases con la marca radiactiva que en la Tierra se asocia a una actividad micro-




biana. Finalmente, el experimento de intercambio de gases consistía en identificar si la vida –de haberla– podía generar CO_2 debido al metabolismo en presencia de vapor de agua y una solución de nutrientes.

A pesar de que los resultados de los tres experimentos de detección de vida parecieron consistentes con la presencia de vida, se tenían que conciliar con la ausencia total de carbono orgánico mostrada por un instrumento de análisis también presente en los módulos. Esta última evidencia puso en tela de juicio los resultados de los experimentos biológicos, porque si existiera vida en Marte tendría que estar compuesta por carbono orgánico, como ocurre con todos los organismos vivos en nuestro planeta. Los resultados de Viking fueron catalogados como controversiales; no obstante, tiempo después se demostró que la detección de los compuestos organoclorados del análisis químico y los resultados obtenidos por los experimentos biológicos de las misiones Viking podría ser la causa de la actividad de compuestos oxidantes presentes en la superficie de Marte.

Con la intención de dar respuesta a los controversiales resultados de la misión Viking, se utilizaron muestras de distintos suelos análogos a los de la superficie marciana y se dedujo que las condiciones de operación del instrumento de análisis químico de Viking no fueron las adecuadas; además, los instrumentos eran poco sensibles para detectar los componentes orgánicos presentes en los suelos, pero en baja concentración. En Marte, el instrumento detectó pequeñas cantidades de moléculas organocloradas, las cuales en un principio fueron asociadas a contaminación terrestre, puesto que las naves en la Tierra fueron esterilizadas con cloro.

Una gran pista: seguir el agua

 El agua líquida, junto con fuentes de energía y bioelementos son considerados requerimientos para el origen y sostén de la vida en cualquier lugar del universo. En la superficie marciana ya se habían identificado formaciones geológicas que delatan la presencia de agua líquida en el pasado del planeta. Para establecer un nuevo camino en la búsqueda de vida en este planeta, tratando de evidenciar la ac-

tividad de agua líquida mediante la identificación de minerales formados en ambientes acuosos, las misiones Pathfinder y Mars Exploration Rovers encontraron evidencia de estos minerales (hematita y jarosita) en sitios cercanos al ecuador marciano, adonde fueron enviadas. En 2003 la NASA lanzó la misión Phoenix al permafrost marciano, muy cerca de su polo norte, donde encontró evidencia de minerales carbonatados, los cuales sólo se pueden formar por la solubilización de dióxido de carbono en agua líquida y aquí en la Tierra por la actividad biológica, lo que hizo resurgir la idea de que Marte pudo haber tenido las condiciones para el surgimiento de la vida en su pasado.

Phoenix logró identificar sales de perclorato, sustancias altamente oxidantes que habrían producido los compuestos organoclorados identificados anteriormente por la misión Viking. Esto, debido a que los percloratos liberan oxígeno al ser calentados, generando la combustión de compuestos orgánicos y causando su oxidación. Surge así la necesidad de proponer nuevas técnicas de análisis de materia orgánica que no involucren un calentamiento del suelo, con el fin de evitar una oxidación de ésta por la presencia de percloratos.

Con base en el mismo principio de seguir el agua, se preparó la misión Mars Science Laboratory, cuyo vehículo de exploración (*rover*, en inglés), nombrado Curiosity, llegó a la superficie marciana en 2012. Curiosity ha podido realizar diferentes hallazgos, entre los que destacan la detección de compuestos organoclorados en su sitio de aterrizaje. Así mismo, logró identificar por primera vez un compuesto químico llamado tiofeno, que consiste en una molécula compuesta por carbono, hidrógeno y azufre, acomodados en forma de anillo (Figura 1). El azufre del tiofeno le confiere estabilidad a la molécula, ayudando a su preservación por miles de millones de años en el suelo marciano. Aunque el *rover* no tiene la capacidad para distinguir el origen de este compuesto, se cree que pudo formarse por alteración química de posibles compuestos orgánicos del pasado de Marte, cuya alteración es debida al intenso vulcanismo.

De Marte a la Tierra

Al momento sólo se ha explorado la superficie marciana y gracias a ello se han podido inferir algunos procesos geológicos que han marcado la evolución de este planeta con el paso del tiempo. Además, los

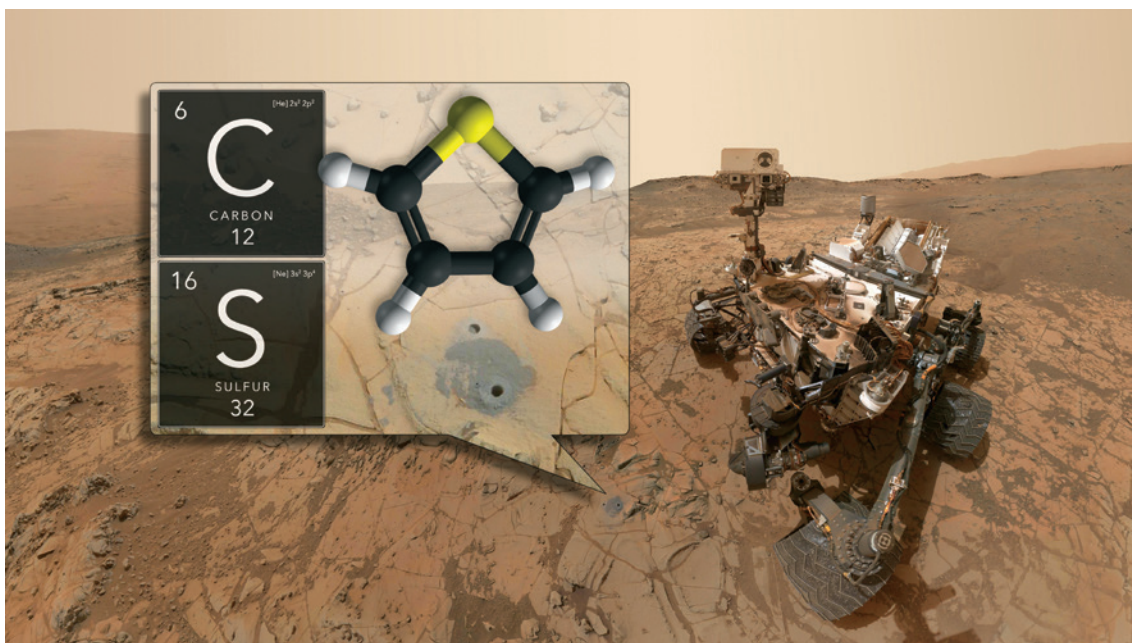


Figura 1. El *rover* Curiosity detectó tiofeno, un compuesto orgánico conservado en rocas sedimentarias dentro del cráter Gale, cuya edad de formación se estiman es de más de 3.5 mil millones de años. Crédito: NASA/GSFC.

análisis *in situ* de la superficie han ayudado a identificar diferentes tipos de compuestos orgánicos. Pero con la instrumentación de estos robots, no se puede asegurar si tales compuestos orgánicos tuvieron su origen por procesos puramente químicos propiciados por el entorno marciano, o si fueron originados por la acción de organismos vivos actuales o del pasado de Marte, cuando se tenían las condiciones para sostener vida en su superficie. Para resolver esta incógnita, se preparó la misión Mars 2020 —con su *rover* de nombre Perseverance—, la cual tiene como principal objetivo la búsqueda incansable de compuestos orgánicos importantes para la vida; además de realizar una colecta de muestras que retornarán a la Tierra para analizarlas con diferentes técnicas y métodos mucho más específicos y sensibles, con el fin de esclarecer su origen.

Actualmente, Perseverance ha logrado identificar en el sitio de aterrizaje, el cráter Jezero, una variedad de compuestos orgánicos posiblemente originados por procesos abióticos (no biológicos). También ha colectado un total de 43 muestras de suelo marciano, las cuales podrá encapsular para que posteriormente puedan ser enviadas a nuestro planeta mediante la misión Mars Ascent, proyectada para el año 2030 (Figura 2).

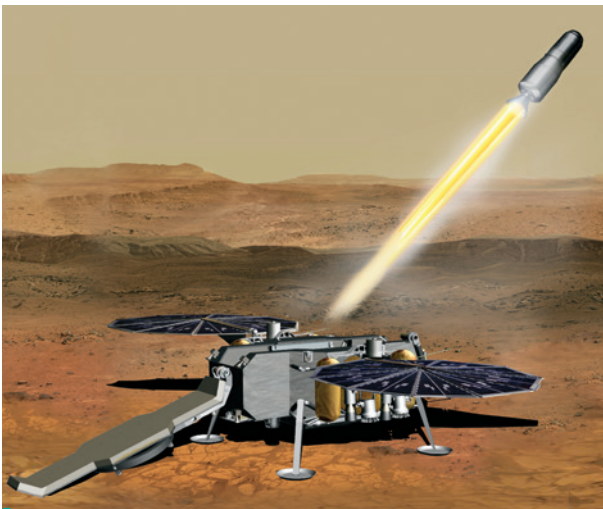


Figura 2. Misión Mars Ascent. Concepción artística que muestra cómo el módulo de aterrizaje de la misión lanza fuera de la superficie marciana el vehículo de ascenso donde se transportan las muestras de rocas y suelo de Marte. Crédito: NASA/JPL-Caltech.

Ante la dificultad de encontrar huellas biológicas o moléculas orgánicas esenciales para la vida, se ha propuesto explorar capas más profundas del suelo marciano, considerando que Marte no posee una capa de ozono o magnetosfera que proteja su superficie de los rayos cósmicos ni ultravioleta, radiación que podría promover la degradación de estos componentes, además de los oxidantes ya detectados. Algunos experimentos recientes sugieren que el mismo suelo brinda un escudo protector ante la radiación, preservando las posibles huellas de la vida y que a más de metro y medio de profundidad podría encontrarse un acervo de compuestos orgánicos. Con base en esta premisa, se tiene planeada la misión ExoMars, la cual explorará el subsuelo marciano, llevando consigo un taladro capaz de perforar hasta dos metros de profundidad. Estaremos entonces a la espera de la llegada de las muestras marcianas y de esta nueva misión con el propósito de encontrar evidencia directa de vida y abonar a la respuesta de si ¡estamos solos o no en el universo!

José Alfredo Rojas Vivas

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.
alfredo.rojas@ciencias.unam.mx

Pablo Martínez Sosa

Universidad de Utrecht, Países Bajos.
p.martinezsosa@uu.nl

Paola Molina Sevilla

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.
paolams@ciencias.unam.mx

Lecturas recomendadas

- Eigenbrode, J. L. *et al.* (2018), "Organic matter preserved in 3-billion-year-old mudstones at Gale crater, Mars", *Science*, 360(6393):1096-1101.
- McKay, C. P. (1997), "The search for life on Mars", *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 27(1): 263-289.
- Navarro-González, R. (2005), "Búsqueda de vida en Marte", *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 8(2):82-90.