

# Estrategias de adaptación de organismos extremófilos en ambientes simulados de Marte

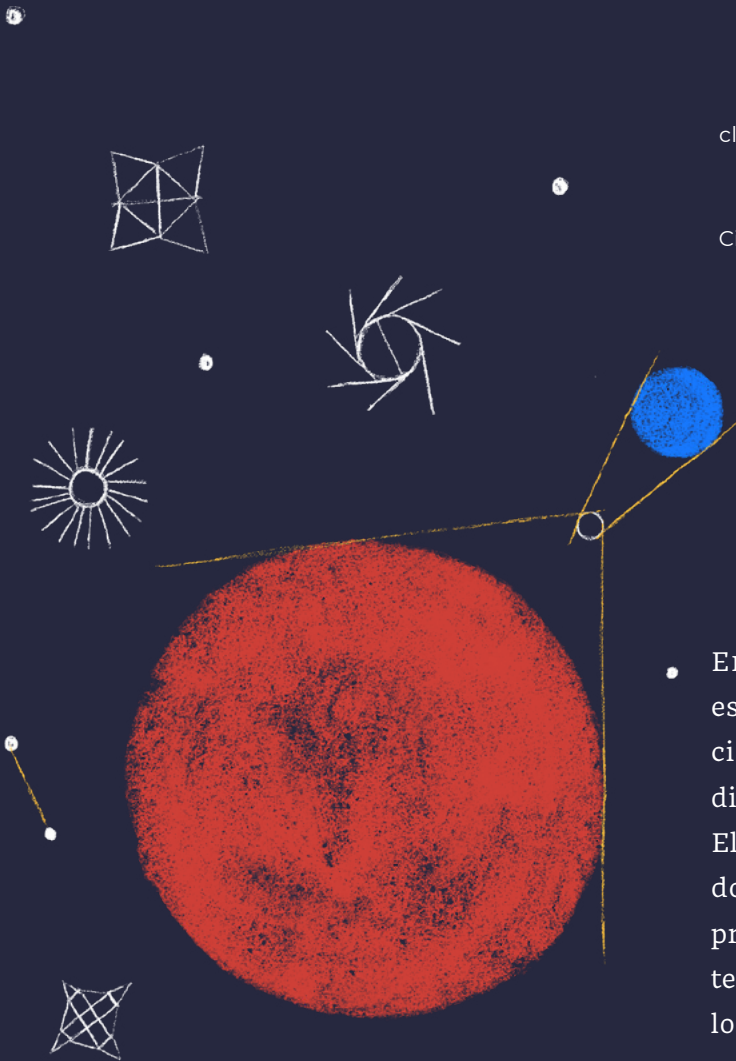
## **SANDRA IGNACIA RAMÍREZ JIMÉNEZ**

Doctora en Química. Investigadora del Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Responsable técnica del proyecto «Estrategias de adaptación de organismos extremófilos ante oxianiones clorados en ambientes simulados de Marte», modalidad grupal.

## **MARISELA AGUIRRE RAMÍREZ**

Doctora en Ciencias. Investigadora del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Participante del proyecto «Estrategias de adaptación de organismos extremófilos ante oxianiones clorados en ambientes simulados de Marte», modalidad grupal.

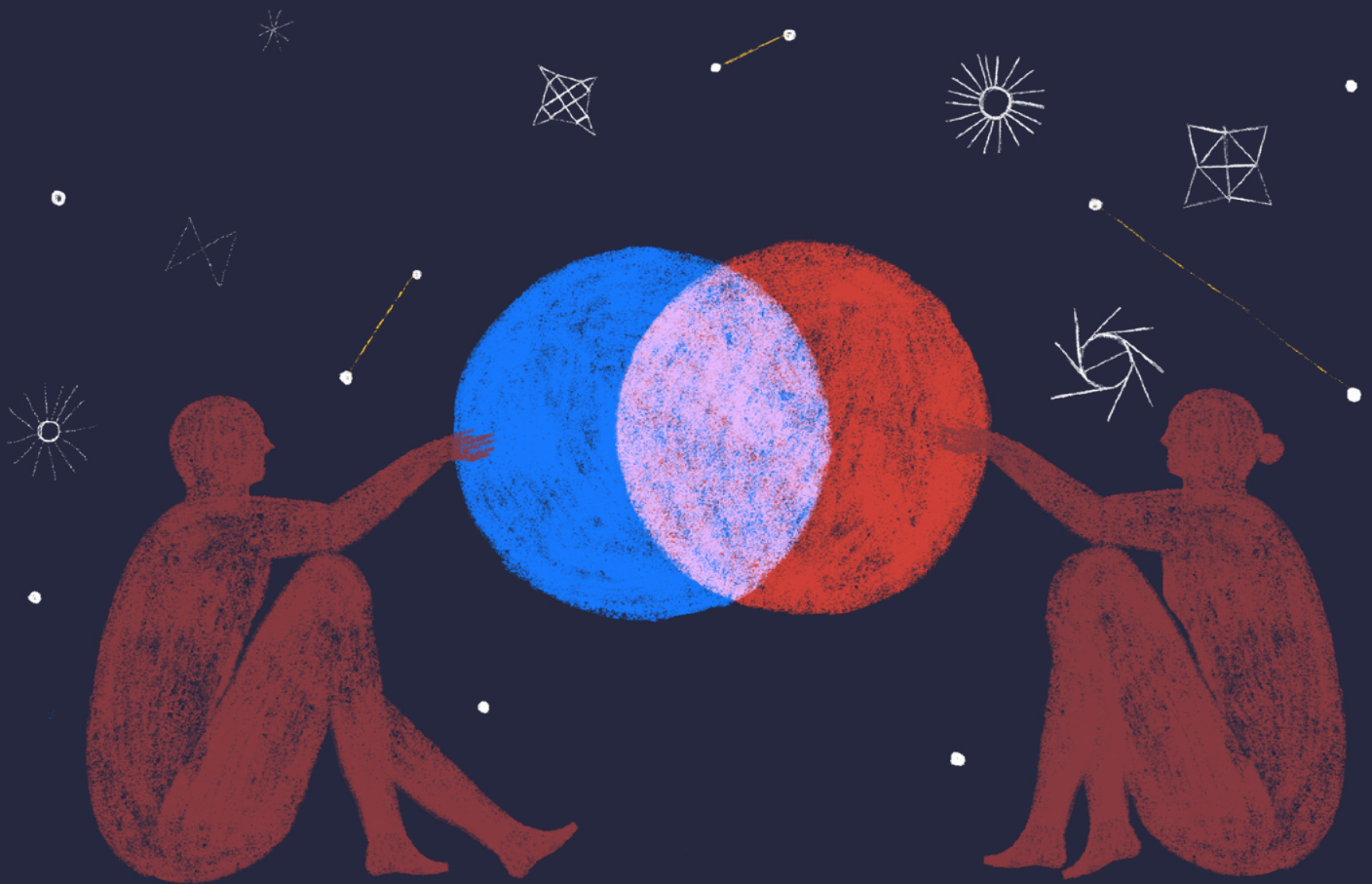
- EL PLANETA MARTE ES UNO DE LOS LUGARES MÁS estudiados del sistema solar. Las antiguas civilizaciones lo observaban a simple vista y asociaron su distintivo color rojo con el dios romano de la guerra. El sobrevuelo que la nave Mariner 4 realizó alrededor del planeta rojo en 1965 permitió capturar las primeras fotografías de su superficie y reveló la existencia de cráteres, una atmósfera delgada y hielo en los casquetes polares.



Motivadas por la idea de que en algún momento de su historia geológica Marte pudo haber albergado vida microscópica, las agencias espaciales de varios países —entre los que se cuentan la extinta Unión Soviética, Estados Unidos, Japón, diversos Estados de la Unión Europea, Rusia, India y, más recientemente, los Emiratos Árabes Unidos y China— prepararon misiones de exploración para conocerlo con mayor detalle. La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de Estados Unidos (NASA, por sus siglas en inglés) cuenta con el mayor número de misiones que han logrado amartizar —es decir, posarse exitosamente sobre la superficie del planeta rojo—, lista que comienza con la nave Viking 1 (20 de julio de 1976) y llega hasta la nave Perseverance (18 de febrero de 2021).

La información recolectada por las misiones de exploración espacial permite conocer aspectos relevantes de Marte. Por ejemplo, que su temperatura puede disminuir hasta  $-143\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pero durante el día puede ser cercana a los  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o que la presión atmosférica sobre su superficie es menor al 1 % de la presión atmosférica terrestre estándar, que es de 1 atmósfera. Estas dos condiciones hacen imposible la existencia de agua líquida sobre la actual superficie de Marte, lo cual dificulta enormemente la existencia de vida en ese planeta.

En Marte, las evidencias visibles de erosión fluvial como canales, cañones y deltas, así como la presencia de minerales como la hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) o la jarosita ( $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ), cuya formación únicamente puede ocurrir en presencia de agua, permiten hacer inferencias sobre el pasado de este planeta, pues indican que hace al menos 3 800 millones de años, la superficie de Marte pudo haber albergado cuerpos vastos de agua líquida. Por otro lado, cuando la nave robótica Phoenix amartizó, en mayo de 2008, el efecto que sus cohetes tuvieron al calentar y fundir el suelo marciano permitió evidenciar la existencia de salmueras, cuya naturaleza química fue confirmada por dos grupos de investigación independientes. Se trataba de sales hidratadas, muy probablemente perclorato de calcio ( $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ ) combinado tal vez con cloratos ( $\text{ClO}_3^-$ ). Tanto los cloratos, como los percloratos, son sustancias altamente oxidantes y tienen la capacidad de reducir significativamente el punto de congelación del agua en las condiciones de presión atmosférica y temperatura que existen en dicho planeta. Esto significa, en tér-



minos concretos, que podría existir agua líquida en la actual superficie de Marte, en regiones muy específicas y por periodos cortos de tiempo. ¿Será esta agua líquida temporal suficiente para permitir la existencia de seres vivos microscópicos? Ésta es una de las preguntas centrales de nuestro proyecto de investigación, que recibe apoyo a través de la convocatoria de proyectos de Ciencia de Frontera del Conacyt.

Nuestras investigaciones están orientadas hacia la evaluación de la capacidad de crecimiento de algunos microorganismos que proponemos como modelos biológicos de estudio. Tal es el caso del *Bacillus subtilis*, una bacteria que ha demostrado alta resistencia ante diversos factores de estrés relacionados con condiciones del espacio exterior, así como de la *Cobetia marina*, una bacteria halófila que en condiciones terrestres puede crecer en concentraciones de cloratos y percloratos iguales o superiores a las reportadas para la superficie de

Marte. Además de exponerlas a la presencia de sales de cloratos y percloratos, se evaluará también el efecto que tienen sobre su crecimiento la tenue atmósfera de Marte, rica en dióxido de carbono, la radiación ultravioleta que recibe la superficie marciana y el potencial efecto protector del suelo. El monitoreo de indicadores específicos del metabolismo de estas bacterias proporcionará información que nos permitirá comprender con mayor detalle las estrategias de adaptación que utilizan y, con ello, evaluar mejor la posible habitabilidad de algunos de los sitios explorados por misiones robóticas en la superficie de Marte, aspecto de particular relevancia en temas de exploración espacial. De esta manera, las investigaciones realizadas en laboratorios terrestres complementarán la información colectada por las misiones de exploración espacial y la sinergia que se genere entre ellas nos permitirá conocer mejor el universo.