





LAS MUJERES, MÁS CERCA DE MARTE

Hypatia I, la misión de científicas que simula una estancia en el planeta rojo

Eva Comas-Arnal

Aún faltan décadas para que la humanidad pueda llevar a cabo una misión tripulada en Marte. Sin embargo, la comunidad científica y, específicamente, las agencias espaciales ya están investigando a fondo para que estos primeros viajes sean un éxito. «Para prepararnos, mientras se desarrolla la tecnología necesaria para ir a Marte, es necesario realizar misiones análogas en lugares de la Tierra que permitan simular un viaje tripulado», explica la astrofísica Mariona Badenas-Agustí, comandante de la misión Hypatia I. Uno de estos lugares está situado en el centro del desierto de Utah, en Estados Unidos, con un paisaje y una orografía que recuerdan mucho las fotografías que el robot Perseverance de la NASA ha ido enviando desde el planeta rojo. Aunque la atmósfera y la gravedad son muy distintas, el desierto de Utah presenta grandes oscilaciones térmicas, poca lluvia y fuertes rachas de viento. Aquí, completamente aislada y a tres horas de distancia de la población más cercana, se encuentra la Mars Desert Research Station. Se trata de una instalación espacial análoga, propiedad de la Mars Society, abierta a los investigadores en 2001 y por la que ya han pasado cerca de trescientas misiones.

Siete tripulantes y dos reservas han conseguido formar un equipo puntero para replicar, en parte, la vida de un asentamiento en Marte en una estación en el desierto de Utah, en los Estados Unidos. La experiencia de dos semanas ha servido para llevar a cabo más de treinta proyectos de investigación y de divulgación científica de calidad, así como para visibilizar perfiles femeninos en diversas carreras científicas y técnicas, y para animar a las mujeres y adolescentes a escoger estos estudios. En la imagen, Núria Jar Benabarre y Cesca Cufí-Prat, miembros de la tripulación de Hypatia I, preparándose para una salida extravehicular a la Mars Desert Research Station, en el desierto de Utah, en EE. UU.

De entre todas estas, la misión que ha comandado Mariona Badenas-Agustí en 2023 ha tenido un marcado acento femenino. Uno de sus objetivos principales, además de llevar a cabo investigación excelente relacionada con la exploración espacial y de divulgarla, era el de inspirar a niñas y jóvenes a seguir vocaciones científicas y técnicas, y también el de ofrecer referentes de mujeres científicas de distintas disciplinas y de distintas edades. La primera idea del proyecto empezó a germinar en 2021, a raíz de la celebración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia y, a los dos años, una tripulación de siete científicas y dos reservas llevaban a cabo la misión de doce días en la Mars Desert Research Station. A las pocas semanas de ese hito, en junio de 2023 acudieron al auditorio de La Pedrera de Barcelona para explicar su experiencia en Utah y los resultados de sus investigaciones.

El viaje de ida a Marte tiene una duración aproximada de algo más de seis meses. Puede corroborarse porque desde el 14 de julio de 1965 la humanidad se ha acercado al planeta rojo con misiones no tripuladas. Esa es la fecha en la que la nave espacial Mariner 4 sobrevoló por primera vez la superficie marciana, y desde entonces se han ido enviando sondas y *rovers* como el Curiosity, el Inside o el Perseverance. También sabemos a ciencia cierta que, una vez en Marte, los primeros y las primeras astronautas se encontrarán, cuando lleguen, una atmósfera muy fina y prácticamente irrespirable, con una gran cantidad de dióxido de carbono, temperaturas muy bajas y fuertes radiaciones provenientes del Sol. Este es el contexto que ha intentado replicar la misión Hypatia I, con la financiación de la Fundació Catalunya La Pedrera, la Generalitat de Catalunya, Sabadell Foundation, la Fundació Catalana para la Investigació y la Innovació y la Cámara de Comercio de Barcelona, entre otros. Además, durante la misión, las siete tripulantes han llevado a cabo una treintena de proyectos de investigación y divulgación, que han contado con la colaboración de diversas instituciones académicas y empresas.

En este sentido, la experiencia de la comandante barcelonesa Mariona Badenas-Agustí ha sido clave. Con una licenciatura en Astrofísica en la Universidad de Yale y con un doctorado en curso sobre Ciencias Planetarias en el MIT, esta científica ya participó en una misión internacional similar en 2018, la Latam III. Ahora, en Hypatia I ha llevado a cabo «experimentos relacionados con el cielo nocturno, como fotografías de galaxias y nebulosas planetarias», y también ha utilizado un telescopio solar para estudiar «los movimientos en la superficie del Sol causados por la actividad magnética». En la presentación en La Pedrera se mostraba muy satisfecha de haber comandado una misión integrada exclusivamente por astronautas análogas, justo cuando se cum-



Pau Fabregat

La tripulación de Hypatia I en el auditorio de la Pedrera de Barcelona. De izquierda a derecha, Helena Arias, Anna Bach, Ariadna Farrés, Cesca Cufi-Prat, Neus Sabaté, Laia Ribas, Mariona Badenas-Agustí y Núria Jar.

«La misión Hypatia I ha intentado replicar el contexto que se encontrarán los primeros y las primeras astronautas al llegar a Marte»



■ ADAPTACIÓN A LA VIDA EN EL ESPACIO

El grupo de científicas de Hypatia I ha sido colideado por la bióloga leridana Carla Conejo González, que ha llevado a cabo un proyecto de investigación en el que ha estudiado los factores humanos que afectan a una tripulación femenina durante la misión y ha realizado experimentos en neurociencia, psicología, sociología y ginecología. «La vida en el espacio supone grandes retos de salud para los astronautas y las astronautas», indica para explicar el sentido de su investigación, y añade que por eso «las agencias espaciales están dedicando muchos esfuerzos a estudiar cómo el cuerpo y la mente humana se adaptan a la vida en el espacio, a poner a prueba los protocolos de salud y el funcionamiento de la tripulación y a diseñar estrategias para luchar contra los efectos negativos de vivir fuera de la Tierra».

Con el apoyo del Hospital Trias i Pujol y de Google, el proyecto principal de Carla Conejo González ha consistido en estudiar el ritmo circadiano de sueño y vigilia de sus compañeras: «La tripulación llevó un dispositivo inteligente en forma de brazalete las veinticuatro horas del día a lo largo de toda la misión, y más dos veces por semana hicimos una prueba que evaluaba el efecto del descanso sobre nuestra atención». Los resultados preliminares indican que las tripulantes durmieron «más y mejor durante la misión que inmediatamente antes y después». Y eso, según Conejo González, «podría explicarse por el hecho de que durante la misión se siguió una rutina y unos horarios muy consistentes».

A lo largo de las dos semanas que las astronautas análogas estuvieron en la Mars Desert Research Station, la jornada empezaba a las siete de la mañana con ejercicio físico y, en caso de ser la afortunada, con una ducha –ya que el agua estaba rigurosamente racionada. La estación cuenta con un núcleo cilíndrico de ocho metros de diámetro que tiene dos pisos: en el primero, las científicas se preparaban para salir al exterior y, en el segundo, dormían, cocinaban, trabajaban y descansaban. Era aquí donde se reunían a las nueve de la mañana para organizar la jornada, que, en la franja de mañana, consistía en llevar a cabo los experimentos o salidas extravehiculares. La actividad se interrumpía a la una del mediodía para el almuerzo y después se retomaba hasta las seis de la tarde, hora en que las tripulantes se reunían de nuevo, ya que se abría una ventana de tres horas de comunicación con el control de misión en la Tierra. Este era el tiempo dedicado a redactar y enviar los informes sobre la actividad científica llevada a cabo a lo largo de la jornada y también a planificar la siguiente.

En la comunicación con el control de misión era necesario seguir protocolos muy establecidos. «Según

plen sesenta años de la puesta en órbita de la primera mujer, la astronauta rusa Valentina Tereshkova el 16 de junio de 1963, con la cápsula Vostok 6. Para animar a las mujeres a tomar parte en la exploración espacial, Tereshkova acuñó una frase que parece la divisa de Hypatia I: «Un pájaro no puede volar solo con un ala; los vuelos espaciales no podrán desarrollarse sin la participación de las mujeres».

Actualmente, en el mundo, las mujeres todavía son minoría en las profesiones relacionadas con la ciencia y la tecnología. En el caso concreto del Estado español, el informe *Brecha digital de género* de 2023 elaborado por el Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad revela que solo el 17,8 % de la población ocupada con formación STEM –acrónimo en inglés de *ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas*– son mujeres. En cuanto a la exploración del espacio exterior, las cifras todavía se reducen más, porque solo el 11 % de astronautas han sido mujeres y, como recalca la comandante Badenas-Agustí, ninguna mujer todavía ha ido más allá de la órbita terrestre.

cómo se encuentran las órbitas de la Tierra y de Marte, la señal entre un planeta y otro puede llegar a tardar entre tres y veintidós minutos»; por tanto, la intercomunicación pregunta-respuesta resulta imposible y por eso la comunicación se hacía siempre con informes escritos. La responsable de las comunicaciones que lo explica es la ingeniera aeroespacial gerundense Cesca Cufí-Prat, que ha tenido que velar tanto por el envío de informes al control de misión como por la comunicación entre los módulos de la Mars Desert Research Station y las actividades extravehiculares. Cuando se hacían salidas al exterior con la escafandra –lo que en la jerga de la estación se conocen como EVAS (*extravehicular activities*)–, «todas llevábamos un sistema de comunicación por radio que nos conectaba con la estación». En estas interacciones «debíamos ser muy eficientes» y seguir unos protocolos, porque con la escafandra el sonido no era del todo preciso.

■ RECURSOS LIMITADOS EN UNA ESTACIÓN ANÁLOGA

¿Qué comeremos en Marte? Esta es una pregunta que la doctora en Biología e investigadora del CSIC en el Instituto de Ciencias del Mar Laia Ribas Cabezas se ha formulado varias veces. Durante la misión, uno de sus objetivos principales era «mantener vivo el invernadero de la estación y hacer crecer pepinos, garbanzos y germinados, entre otros». La base de las comidas habituales de las investigadoras consistía en comida deshidratada, pero, de vez en cuando, también podían poner un poco de verde en sus platos gracias a la labor de Ribas Cabezas. De hecho, esta investigadora nacida en Terrassa llevó a la estación marciana análoga cuatro proyectos de investigación y divulgación, entre los que había uno dedicado a «estudiar peces que habían sido sometidos a alternaciones de gravedad» y ver si se producían alteraciones epigenéticas, y otro a difundir el estudio de Marte en las escuelas de primaria.

Para la doctora Ribas Cabezas, simular un asentamiento en el planeta rojo es una gran oportunidad científica. De hecho, en 2020 ella misma ya participó en el proyecto Nüwa con diversas universidades y centros de investigación que se planteaban un diseño urbanístico, energético, económico y social factible para una futura ciudad marciana que acogiera más de un millón de personas. Según explica, uno de los aspectos más interesantes de «estudiar Marte o un contexto en el que los recursos son limitados es que permite que la humanidad se plantee la sostenibilidad». Por tanto, es necesario entender que «toda la búsqueda de excelencia que hicimos en Utah no solo nos debe servir de cara a futuros viajes a Marte, sino también para nuestra vida en la Tierra».

El consumo óptimo de agua es un claro ejemplo de ello. Se trata, sin duda, de una de las grandes preocupaciones en este tipo de misiones: cualquier escape o cualquier error puede ser determinante para el éxito o el fracaso de todos los proyectos de investigación y de la misión en sí misma. Además, hay que considerar que, si bien es cierto que en Marte hay agua, solo es posible encontrarla en los casquillos polares y en el subsuelo. La ingeniera especializada en el sector de la energía Neus Sabaté Vizcarra explica que, durante los doce días que estuvieron aisladas en la estación, solo gastaron mil litros de agua de los dos mil que podían usar. «Conseguimos consumir solo 13,4 litros de agua por persona y día de media para llevar a cabo todas las funciones en las que se requiere de agua: beber, cocinar, higiene personal y aseo, lo cual nos forzó a seguir unos protocolos muy estrictos, ya que solo nos duchamos tres veces durante la misión». Este consumo contrasta enormemente con los litros de agua por persona y día que se gastan habitualmente en el mundo occidental: en

Tripulación de Hypatia I



Tripulación de Hypatia I

La ingeniera especializada en el sector de la energía Neus Sabaté Vizcarra, en primer término, con otra miembro de la tripulación buscando rocas con hierro.

«Estudiar un contexto en el que los recursos son limitados permite que la humanidad se plantee la sostenibilidad, según la doctora en Biología Laia Ribas Cabezas»



Mars Desert Research Station, en el desierto de Utah, en EE. UU., instalación espacial análoga, propiedad de la Mars Society, por la que ya han pasado cerca de 300 misiones. Aquí se ha desarrollado la misión Hypatia I, para simular un viaje tripulado a Marte. Aunque la atmósfera y la gravedad son obviamente diferentes a las de Marte, la orografía, las oscilaciones térmicas o las fuertes rachas de viento hacen del desierto de Utah un lugar idóneo para este tipo de simulaciones. En la imagen, podemos ver a tres tripulantes haciendo una salida extravehicular análoga a las salidas al espacio que harían en una misión real.

«Solo el 11% de astronautas han sido mujeres y todavía ninguna ha ido más allá de la órbita terrestre»



Tripulación de Hypatia I

La bióloga leridana Carla Conejo González y la astrofísica barcelonesa Mariona Badenas-Agustí, comandantes de Hypatia I.

España, según datos del Instituto Nacional de Estadística, la media se encuentra en los 133 litros por habitante y día, y la cifra aún asciende más, cerca de unos 300 litros, cuando los consumidores se alojan en un hotel de lujo.

La tarraconense Neus Sabaté Vizcarra, doctorada en el Instituto de Microelectrónica de Barcelona y profesora de la Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados (ICREA, por sus siglas en catalán), es además pionera en el desarrollo de las primeras baterías biodegradables. Durante su estancia en la Mars Desert Research Station decidió aportar sus conocimientos en este campo: «Actualmente, los robots que hay en la superficie marciana se alimentan de placas solares», explica Sabaté Vizcarra, pero cuando las astronautas vayamos allí «necesitaremos mucha más energía». Por este motivo, antes de la misión estudió la posibilidad de fabricar una batería con hierro, un mineral fácil de encontrar en la superficie marciana: «Con la ayuda de los equipos de mecánicos de mi instituto hicimos unos primeros prototipos con hierro comercial, pero uno de los problemas que teníamos es que estas baterías solo funcionan con agua», la cual, como ya hemos visto, estaba muy restringida. Su solución fue utilizar la orina de las tripulantes para las baterías, que servían para alimentar unas luces LED con las que se pudieron hacer crecer brotes en el invernadero. Soluciones de este tipo «serán importantes, porque en Marte es muy difícil hacer cultivos y habrá que depender de la luz artificial», concluye la doctora Sabaté Vizcarra.

Otra de las tripulantes de Hypatia I es la doctora Ariadna Farrés Basiana, una matemática especializada en astrodinámica y mecánica celeste que trabaja desde 2017 en la NASA. Fue ella quien asumió el cargo de responsable de salud y seguridad. Según explica la doctora Farrés Basiana, «en Marte las brújulas no funcionan porque no hay campo magnético suficiente, y tampoco podemos utilizar el GPS, que es un sistema que implica entre veinticuatro y treinta satélites orbitando alrededor de la Tierra». Por eso, en la misión resultaba tan importante encontrar formas de desplazarse de manera autónoma, sobre todo en las EVAS, las salidas al exterior de la Mars Desert Research Station. Farrés Basiana explica que la tripulación hizo ejercicios de navegación valiéndose de un mapa y, en otra ocasión, de un sextante: «Se trata de un instrumento que utilizaban los navegantes de barco y que les servía para averiguar la latitud; si apuntas hacia la estrella polar, puede calcularse en qué latitud te encuentras». En Utah, las científicas construyeron uno con una regla, un compás, un transportador y un hilo. «En una noche clara pudimos salir y logramos determinar la latitud de la estación», asegura Farrés Basiana.



Neus Sabaté Vizcarra y Laia Ribas, bióloga e investigadora del CSIC en el Instituto de Ciencias del Mar. Durante la misión, Ribas ha realizado experimentos relacionados con el crecimiento de plantas comestibles en el invernadero de la estación, entre otros.

Como responsable de salud, además, la doctora Farrés Basiana velaba por el bienestar de la tripulación. Como el médico más cercano estaba a más de tres horas en coche, se establecieron unos protocolos médicos antes de realizar la misión con la ayuda de dos profesionales del mundo de la medicina. Farrés Basiana es muy consciente de que una experiencia como la que ha vivido la tripulación en Utah no solo sirve para mejorar la tecnología, sino también para reflexionar sobre los efectos que tiene para la salud estar fuera del campo magnético de la Tierra, porque «este protege a los humanos, por ejemplo, de la radiación solar».

■ DIVULGAR LA INVESTIGACIÓN DE LAS CIENTÍFICAS

Todo este gran trabajo de investigación científica requiere de un relato y un discurso elaborado para que la sociedad y especialmente las nuevas generaciones puedan llegar a conocerlo. Por eso, la misión también ha contado con una periodista científica, la sabadellense Núria Jar Benabarre, que actualmente trabaja en los servicios informativos de Catalunya Ràdio y que también coordina el taller de radio del Máster de Comunicación Científica, Médica y Ambiental de la



La tripulación de la misión Hypatia I preparándose para una salida extravehicular.

«En menos de cinco años volveremos a ir a la Luna y el objetivo es llevar a la primera mujer, según Ariadna Farrés Basiana»

Universidad Pompeu Fabra. Su labor consistía en enviar una crónica periodística de cada jornada y también en comunicar los proyectos y experimentos de ciencia y divulgación.

Salvo algún pequeño imprevisto, como por ejemplo el hecho de que se estropeó la calefacción, la misión se cerró con éxito, tal y como estaba previsto, y el último día las comandantes Mariona Badenes-Agustí y Carla Conejo González entregaron a las tripulantes unas hojas de laurel plateadas en consonancia con el logotipo de Hypatia para que las lucieran en sus uniformes de color azul. La matemática Anna Bach y la estudiante de ingeniería y física Helena Arias Casals, que en esta misión han actuado como reservas, podrán conseguir unas hojas de laurel iguales de aquí a dos años cuando se lleve a cabo la misión Hypatia II. En efecto, en breve se formará una nueva tripulación exclusivamente femenina que cubra un amplio espectro de perfiles académicos y de perfiles de edad.

«Hay todavía muchos retos que la humanidad debe resolver antes de ir a Marte, y poner una fecha en el primer viaje es muy complicado», indicaba Ariadna Farrés Basiana al término del acto en la Pedrera de Barcelona. «Lo que sí sabemos a ciencia cierta», añadía, «es que dentro de menos de cinco años volveremos a ir a la Luna y el objetivo es llevar a la primera mujer». Cuando este objetivo sea una realidad, las mujeres ya estarán un poco más cerca de Marte. 🌍

EVA COMAS-ARNAL. Periodista y escritora (Barcelona).