





# LES DONES, MÉS A PROP DE MART

## Hypatia I, la missió de científiques que simula una estada al planeta vermell

Eva Comas-Arnal

Encara falten dècades perquè la humanitat pugui dur a terme una missió tripulada a Mart. Tot i així, la comunitat científica i, específicament, les agències espacials ja estan investigant de valent perquè aquests primers viatges siguin un èxit. «Per preparar-nos, mentre es desenvolupa la tecnologia necessària per anar a Mart, cal fer missions anàlogues en indrets de la Terra que permetin simular un viatge tripulat», explica l'astrofísica Mariona Badenas-Agustí, comandant de la missió Hypatia I. Un d'aquests llocs està situat al centre del desert de Utah, als Estats Units, amb un paisatge i una orografia que recorden molt les fotografies que el robot Perseverance de la NASA ha anat enviant des del planeta vermell. Encara que l'atmosfera i la gravetat són molt diferents, el desert de Utah presenta grans oscil·lacions tèrmiques, poca pluja i fortes ratxes de vent. Aquí, completament aïllada i a tres hores de distància de la població més pròxima, hi ha la Mars Desert Research Station. Es tracta d'una instal·lació espacial anàloga, propietat de la Mars Society, oberta als investigadors l'any 2001 i per la qual ja han passat prop de tres-centes missions.

Set tripulants i dues reserves han aconseguit formar un equip punter per replicar, en part, la vida d'un assentament a Mart en una estació al desert de Utah, als Estats Units. L'experiència de dues setmanes ha servit per dur a terme més de trenta projectes de recerca i de divulgació científica de qualitat, així com per visibilitzar perfils femenins en diverses carreres científiques i tècniques, i per animar les nenes i adolescents a triar aquests estudis.

En la imatge, Núria Jar Benabarre i Cesca Cufí-Prat, membres de la tripulació d'Hypatia I, preparant-se per a una sortida extravehicular a la Mars Desert Research Station, al desert de Utah, als EUA.



D'entre totes aquestes, la missió que ha comandat Mariona Badenas-Agustí l'any 2023 ha tingut un marcat accent femení. Un dels seus objectius principals, a més de dur a terme recerca excel·lent relacionada amb l'exploració espacial i divulgar-la, era el d'inspirar nenes i joves a seguir vocacions científiques i tècniques, i també el d'oferir referents de dones científiques de diferents disciplines i de diferents edats. La primera idea del projecte va començar a germinar l'any 2021, arran de la celebració del Dia Internacional de les Dones i les Nenes en la Ciència i, al cap de dos anys, una tripulació de set científiques i dues reserves duen a terme la missió de dotze dies a la Mars Desert Research Station. Al cap de poques setmanes d'aquella fita, el juny de 2023 van acudir a l'auditori de La Pedrera de Barcelona per explicar la seva experiència a Utah i els resultats de les seves investigacions.

### «La missió Hypatia I ha provat de replicar el context que es trobaran els primers i les primeres astronautes a arribar a Mart»

El viatge d'anada a Mart té una durada aproximada d'una mica més de sis mesos. Es pot corroborar perquè des del 14 de juliol de 1965 la humanitat s'ha apropiat al planeta vermell amb missions no tripulades. Aquesta és la data en la qual la nau espacial Mariner 4 va sobrevolar per primera vegada la superfície marciana, i des de llavors s'hi han anat enviant sondes i rovers com el Curiosity, l'Inside o el Perseverance. També sabem del cert que, un cop a Mart, els primers i les primeres astronautes es trobaran, quan hi arribin, una atmosfera molt fina i pràcticament irrespirable, amb una gran quantitat de diòxid de carboni, temperatures molt baixes i fortes radiacions provinents del Sol. Aquest és el context que ha provat de replicar la missió Hypatia I, amb el finançament de la Fundació Catalunya La Pedrera, la Generalitat de Catalunya, Sabadell Foundation, la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació i la Cambra de Comerç de Barcelona, entre d'altres. A més, durant la missió, les set tripulants han dut a terme una trentena de projectes de recerca i de divulgació, que han comptat amb la col·laboració de diverses institucions acadèmiques i empreses.

En aquest sentit, l'experiència de la comandant barcelonina Mariona Badenas-Agustí ha estat clau. Amb una llicenciatura en Astrofísica a la Universitat de Yale i amb un doctorat en curs sobre Ciències Planetàries al MIT, aquesta científica ja va participar en una missió internacional similar l'any 2018, la Latam III. Ara, a Hypatia I ha dut a terme «experiments relacionats amb



Pau Fabregat

La tripulació d'Hypatia I a l'auditori de la Pedrera de Barcelona. D'esquerra a dreta, Helena Arias, Anna Bach, Ariadna Farrés, Cesca Cuffi-Prat, Neus Sabaté, Laia Ribas, Mariona Badenas-Agustí i Núria Jar.

el cel nocturn, com per exemple fotografies de galàxies i nebuloses planetàries», i també ha utilitzat un telescopi solar per estudiar «els moviments a la superfície del Sol causats per l'activitat magnètica». En la presentació a la Pedrera es mostrava molt satisfeta d'haver comandat una missió integrada exclusivament per astronautes anàlogues, justament quan es complien seixanta anys de la posada en òrbita de la primera dona, l'astronauta russa Valentina Tereixkova el 16 de juny de 1963, amb la càpsula Vostok 6. Per animar les dones a prendre part en l'exploració espacial, Tereixkova va encunyar una sentència que ben bé sembla la divisa d'Hypatia I: «Un ocell no pot volar només amb una ala; els vols espacials no podran desenvolupar-se sense la participació activa de les dones».

Actualment, al món, les dones encara són minoria en les professions relacionades amb la ciència i la tecnologia. En el cas concret de l'Estat espanyol, l'informe *Bre-*



*cha digital de gènere* de 2023 elaborat per l'Observatori Nacional de Tecnologia i Societat revela que només el 17,8 % de la població ocupada amb formació STEM –acrònim en anglès de *ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques*– són dones. Pel que fa a l'exploració de l'espai exterior, les xifres encara es redueixen més, perquè només l'11 % d'astronautes han estat dones i, com recalca la comandant Badenas-Agustí, cap dona encara no ha anat més enllà de l'òrbita terrestre.

#### ■ ADAPTACIÓ A LA VIDA A L'ESPAI

El grup de científiques d'Hypatia I ha estat coliderat per la biòloga lleidatana Carla Conejo González, que ha dut a terme un projecte de recerca en el qual ha estudiat els factors humans que afecten una tripulació femenina durant la missió i ha fet experiments en neurociència, psicologia, sociologia i ginecologia. «La vida a l'espai suposa grans reptes de salut per als astronautes i les astronautes», indica per explicar el sentit de la seva investigació, i afegeix que per això «les agències espa-

cial estàn dedicant molts esforços a estudiar com el cos i la ment humana s'adapten a la vida a l'espai, a posar a prova els protocols de salut i el funcionament de la tripulació i a dissenyar estratègies per lluitar contra els efectes negatius de viure fora de la Terra».

Amb el suport de l'Hospital Trias i Pujol i de Google, el projecte principal de Carla Conejo González ha consistit a estudiar el ritme circadiari de son i vigília de les seves companyes: «La tripulació va dur un dispositiu intel·ligent en forma de braçallet les vint-i-quatre hores del dia al llarg de tota la missió, i més dos cops per setmana vam fer un test que avaluava l'efecte del descans sobre la nostra atenció». Els resultats preliminars indiquen que les tripulants van dormir «més i millor durant la missió que no pas immediatament abans i després». I això, segons Conejo González, «es podria explicar pel fet que durant la missió es va seguir una rutina i uns horaris molt consistents».

### «La biòloga Carla Conejo González ha estudiat els factors humans que afecten una tripulació femenina durant la missió»

Al llarg de les dues setmanes que les astronautes anàlogues van ser a la Mars Desert Research Station, la jornada començava a les set de matí amb exercici físic i, en el cas de ser l'afortunada, amb una dutxa –ja que l'aigua estava rigorosament racionada. L'estació compta amb un nucli cilíndric de vuit metres de diàmetre que té dos pisos: en el primer, les científiques es preparaven per sortir a l'exterior i, en el segon, dormien, cuinaven, treballaven i descansaven. Era aquí on es reunien a les nou del matí per organitzar la jornada, que, en la franja de matí, consistia a dur a terme els experiments o les sortides extravehiculars. L'activitat s'interrompia a la una del migdia per dinar i després es reprenia fins a les sis de la tarda, hora en què les tripulants es reunien de nou, ja que s'obria una finestra de tres hores de comunicació amb el control de missió a la Terra. Aquest era el temps dedicat a redactar i enviar els informes sobre l'activitat científica duta a terme al llarg de la jornada i també a planificar-ne la següent.

En la comunicació amb el control de missió calia seguir protocols molt establerts. «Segons com es troben les òrbites de la Terra i de Mart, el senyal entre un planeta i l'altre pot arribar a tardar entre tres i vint-i-dos minuts»; per tant, la intercomunicació pregunta-resposta



resulta del tot impossible, i per això la comunicació es feia sempre amb informes escrits. La responsable de les comunicacions que ho explica és l'enginyera aeroespacial gironina Cesca Cufí-Prat, que ha hagut de vetllar tant per l'enviament d'informes al control de missió com per la comunicació entre els mòduls de la Mars Desert Research Station i les activitats extravehiculars. Quan es feien sortides a l'exterior amb l'escafandre —el que en l'argot de l'estació es coneixen com a EVAS (*extravehicular activities*)—, «totes portàvem un sistema de comunicació per ràdio que ens connectava amb l'estació». En aquestes interaccions «calia ser molt eficients» i seguir uns protocols, perquè amb l'escafandre el so no era del tot precís.

### «Mariona Badenas-Agustí ha comandat la missió Hypatia I, integrada exclusivament per astronautes anàlogues»

#### ■ RECURSOS LIMITATS EN UNA ESTACIÓ ANÀLOGA

Què menjarem a Mart? Aquesta és una pregunta que la doctora en Biologia i investigadora del CSIC a l'Institut de Ciències del Mar Laia Ribas Cabezas s'ha formulat unes quantes vegades. Durant la missió tenia com a un dels seus objectius principals «mantenir viu l'hivernacle de l'estació i fer créixer cogombres, cirerols i germinats, entre d'altres». La base dels àpats habituals de les investigadores consistia en menjar deshidratat, però, de tant en tant, també podien posar una mica de verd als seus plats gràcies a la tasca de Ribas Cabezas. De fet, aquesta investigadora nascuda a Terrassa va portar a l'estació marciana anàloga quatre projectes de recerca i de divulgació, entre els quals hi havia un de dedicat a «estudiar peixos que havien estat sotmesos a alternacions de gravetat» i veure si s'hi produïen alteracions epigenètiques, i un altre a difondre l'estudi de Mart en les escoles de primària.

Per a la doctora Ribas Cabezas, simular un assentament en el planeta vermell és una gran oportunitat científica. De fet, l'any 2020 ella mateixa ja va participar en el projecte Nüwa amb diverses universitats i centres de recerca que es plantejaven un disseny urbanístic, energètic, econòmic i social factible per a una futura ciutat marciana que acollís més d'un milió de persones. Segons explica, un dels aspectes més interessants d'«estudiar Mart o un context en què els recursos són limitats és que permet que la humanitat es plantegi la sostenibilitat». Per tant, és necessari entendre que «tota la recerca d'excel·lència que vam fer a Utah

no tan sols ens ha de servir de cara a futurs viatges a Mart, sinó també per a la nostra vida a la Terra».

El consum òptim d'aigua n'és un clar exemple. Es tracta, sens dubte, d'una de les grans preocupacions en aquest tipus de missions: qualsevol fuita o qualsevol error pot ser determinant per a l'èxit o el fracàs de tots els projectes d'investigació i de la missió en si mateixa. A més, cal considerar que, si bé és cert que a Mart hi ha aigua, només és possible de trobar-ne als casquets polars i en el subsol. L'enginyera especialitzada en el sector de l'energia Neus Sabaté Vizcarra explica que, durant els dotze dies que van estar aïllades a l'estació, només van gastar mil litres d'aigua dels dos mil que podien usar. «Vam aconseguir consumir només 13,4 litres d'aigua per persona i dia de mitjana per fer totes les funcions en què es requereix aigua: beure, cuinar, higiene personal i lavabo, cosa que ens va forçar a seguir uns protocols molt estrictes, ja que només ens vam dutxar tres cops durant la missió». Aquest consum contrasta enormement amb els litres d'aigua per persona i dia que es gasten habi-

Tripulació d'Hypatia I



Tripulació d'Hypatia I

L'enginyera especialitzada en el sector de l'energia Neus Sabaté Vizcarra, en primer terme, amb una altra membre de la tripulació buscant roques amb ferro.

**«Estudiar un context en què els recursos són limitats permet que la humanitat es plantegi la sostenibilitat, segons la doctora en Biologia Laia Ribas Cabezas»**



Mars Desert Research Station, al desert de Utah, als EUA, instal·lació espacial anàloga, propietat de la Mars Society, per la qual ja han passat prop de 300 missions. Aquí s'ha desenvolupat la missió Hypatia I, per simular un viatge tripulat a Mart. Tot i que l'atmosfera i la gravetat són òbviament diferents de les de Mart, l'orografia, les oscil·lacions tèrmiques o les fortes ratxes de vent fan del desert de Utah un lloc idoni per a aquesta mena de simulacions. En la imatge, podem veure tres tripulants fent una sortida extravehicular anàloga a les sortides a l'espai que farien en una missió real.

**«Només l'11 % d'astronautes han estat dones i cap encara no ha anat més enllà de l'òrbita terrestre»**



Tripulació d'Hypatia I

La biòloga lleidatana Carla Conejo González i l'astrofísica barcelonina Mariona Badenas-Agustí, comandants d'Hypatia I.

tualment en el món occidental: a Espanya, segons dades de l'Institut Nacional d'Estadística, la mitjana es troba en els 133 litres per habitant i dia, i la xifra encara ascendeix més, a prop d'uns 300 litres, quan els consumidors fan vida en un hotel de luxe.

La tarragonina Neus Sabaté Vizcarra, doctorada a l'Institut de Microelectrònica de Barcelona i professora de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), és a més pionera en el desenvolupament de les primeres bateries biodegradables. Durant la seva estada a la Mars Desert Research Station va decidir aportar els seus coneixements en aquest camp: «Actualment, els robots que hi ha a la superfície marciana s'alimenten de plaques solars», explica Sabaté Vizcarra, però quan les astronautes hi anem «necessitarem molta més energia». És per aquest motiu que abans de la missió va estudiar la possibilitat de fabricar una bateria amb ferro, un mineral fàcil de trobar a la superfície marciana: «Amb l'ajuda dels equips de mecànics del meu institut vam fer uns primers prototips amb ferro comercial, però un dels problemes que teníem és que aquestes bateries soles funcionen amb aigua», la qual, com ja hem vist, estava molt restringida. La seva solució va ser emprar l'orina de

les tripulants per a les bateries, que servien per alimentar uns llums LED amb els quals es va poder fer créixer brots a l'hivernacle. Solucions d'aquests tipus «seran importants, perquè a Mart és molt difícil fer cultius i caldrà dependre de la llum artificial», conclou la doctora Sabaté Vizcarra.

Una altra de les tripulants d'Hypatia I és la doctora Ariadna Farrés Basiana, una matemàtica especialitzada en astrodinàmica i mecànica celeste que treballa des de l'any 2017 a la NASA. Va ser ella qui va assumir el càrrec de responsable de salut i de seguretat. Segons explica la doctora Farrés Basiana, «a Mart les brúixoles no funcionen perquè no hi ha prou camp magnètic, i tampoc podem disposar del GPS, que és un sistema que implica entre vint-i-quatre i trenta satèl·lits orbitant al voltant de la Terra». Per això en la missió resultava tan important trobar maneres de desplaçar-se de manera autònoma, sobretot en les EVAS, les sortides a l'exterior de la Mars Desert Research Station. Farrés Basiana explica que la tripulació va fer exercicis de navegació valent-se d'un mapa i, en una altra ocasió, d'un sextant: «Es tracta d'un instrument que feien servir els navegants de vaixell i que els servia per esbrinar la latitud; si apuntes cap a l'estrella polar, es pot calcular en quina latitud et trobes». A Utah, les científiques en van construir un amb un regle, un compàs, un transportador i un fil. «Un dels vespres que feia clar vam poder sortir a fora i vam aconseguir determinar la latitud de l'estació», assegura Farrés Basiana.





Tripulació d'Hypatia I

Neus Sabaté Vizcarra i Laia Ribas, biòloga i investigadora del CSIC a l'Institut de Ciències del Mar. Durant la missió, Ribas ha dut a terme experiments relacionats amb el creixement de plantes comestibles en l'hivernacle de l'estació, entre d'altres.

Com a responsable de salut, a més, la doctora Farrés Basiana vetllava pel benestar de la tripulació. Com que el metge més pròxim era a més de tres hores en cotxe, es van establir uns protocols mèdics abans de fer la missió amb l'ajut de dos professionals del món de la medicina. Farrés Basiana és molt conscient que una experiència com la que ha viscut la tripulació a Utah no només serveix per millorar la tecnologia, sinó també per reflexionar sobre els efectes que té per a la salut ser fora del camp magnètic de la Terra, perquè «aquest protegeix els humans, per exemple, de la radiació solar».

#### ■ DIVULGAR LA RECERCA DE LES CIENTÍFIQUES

Tot aquest gran treball de recerca científica requereix un relat i un discurs elaborat per tal que la societat i especialment les noves generacions puguin arribar a conèixer-lo. És per això que la missió també ha comptat amb una periodista científica, la sabadellenca Núria Jar Benabarre, que actualment treballa als serveis informatius de Catalunya Ràdio i que també coordina el taller de ràdio del Màster de Comunicació Científica, Mèdica i Ambiental de la Universitat Pompeu Fabra. La seva



Tripulació d'Hypatia I

La tripulació de la missió Hypatia I preparant-se per a una sortida extravehicular.

### «D'aquí a menys de cinc anys tornarem a anar a la Lluna i l'objectiu és portar-hi la primera dona, segons Ariadna Farrés Basiana»

tasca consistia a enviar una crònica periodística de cada jornada i també a comunicar els projectes i experiments de ciència i divulgació.

Tret d'algun petit imprevist, com per exemple el fet que es va espantillar la calefacció, la missió va cloure's amb èxit, tal com estava previst, i l'últim dia les comandants Mariona Badenes-Agustí i Carla Conejo González van lliurar a les tripulants unes fulles de llover platejades en consonància amb el logotip d'Hypatia perquè les lluïssin en els seus uniformes de color blau. La matemàtica Anna Bach i l'estudiant d'enginyeria i física Helena Arias Casals, que en aquesta missió han actuat com a reserves, podran aconseguir unes fulles de llover iguals d'aquí a dos anys quan es dugui a terme la missió Hypatia II. En efecte, aviat es formarà una nova tripulació exclusivament femenina que cobreixi un espectre ampli de perfils acadèmics i de perfils d'edat.

«Hi ha encara molts reptes que la humanitat ha de resoldre abans d'anar a Mart, i posar una data al primer viatge és molt complicat», indicava Ariadna Farrés Basiana al final de l'acte a la Pedrera de Barcelona. «El que sí que sabem del cert», afegia, «és que d'aquí a menys de cinc anys tornarem a anar a la Lluna i l'objectiu és portar-hi la primera dona». Quan aquesta fita sigui una realitat, les dones ja seran una mica més a prop de Mart. 🌍

**EVA COMAS-ARNAL.** Periodista i escriptora (Barcelona).