

Segle XXI: una odissea marciana

Per instal·lar una colònia humana a la Lluna o Mart cal resoldre el problema de l'energia, aconseguir i estalviar el màxim d'aigua possible, vèncer els efectes d'una gravetat molt més feble que la de la Terra i trobar conreus que s'hi adaptin. Molts científics ja investiguen solucions per a aquests problemes.



Una imatge de Mart: propera parada en la colonització humana de l'espai?

La descoberta d'aigua a Mart feta recentment ha tornat a revifar el debat sobre l'establiment d'una hipotètica colònia al Planeta Roig, i, més generalment, sobre la manera com l'espècie humana podria algun dia abandonar la Terra i colonitzar l'espai exterior. Malgrat aquesta darrera revifalla, la curiositat per tot allò que resulta desconegut ha portat sempre les imaginacions més agosarades a plantejar-se el viatge a la Lluna i altres planetes gairebé des del mateix moment en què s'ha tingut coneixement de la seva existència. Ja al segle II, l'escriptor siríà d'expressió grega Llucià de Samòsata va construir una *Història verídica* que narra un viatge a la Lluna a bord d'un vaixell, en què uns selenites filen vidre i metalls per teixir vestits, beuen suc d'aire i es posen i treuen els ulls. Més tard, l'astrònom alemany Johan-

nes Kepler, emprant l'estratègia narrativa del somni, redactà al segle XVII el *Somnium Astronomicum*, en què es revelen els hàbits d'alguns habitants de la Lluna. Pel seu caràcter d'anticipació d'un futur possible i probable, aquesta obra inaugura el gènere narratiu de la ciència-ficció, popularitzat el segle XIX per autors com Jules Verne i H. G. Wells. L'explosió del gènere ocorreguda al segle XX donà lloc a una quantitat ingent d'obres que exploraven, entre altres temes, la colonització de l'espai pels humans, tant des d'un punt de vista poètic com tècnic: des de les *Cròniques marcianes* de Ray Bradbury, que omplien de terror i soledat el mateix Borges, fins a la descripció metòdica, a vegades avorrida de tan minuciosa, del procés de transformació de Mart en un indret habitable que va fer Kim Stanley Robinson a *Mart Vermell*.

La possibilitat que es materialitzi aquesta expansió humana més enllà del mateix planeta ja fa temps que ha abandonat l'àmbit de la ficció per ancorar-se de manera permanent en el camp de la recerca científica i, d'alguna manera, també en la realitat, com ho demostra l'existència de l'Estació Espacial Internacional. Aquesta instal·lació, fruit de la col·laboració entre cinc agències espacials (Estats Units, Rússia, Japó, Canadà i Europa), gira al voltant de la Terra en una òrbita a 360 quilòmetres d'alçada i pot ser interpretada com la primera colònia, encara que modesta, de l'home a l'espai. Des de l'any 2000, l'Estació Espacial Internacional és habitada ininterrompudament per un mínim de dos astronautes i fins i tot ha esdevingut recentment la destinació dels primers turistes espacials.

Volant o en terra ferma. Si bé quan imaginem colònies a l'espai la majoria de pensaments se centren en assentaments a la superfície de cossos com la Lluna o Mart, molts experts creuen que les primeres colònies, com l'Estació Espacial Internacional, orbitaran al voltant de la Terra. Les colònies en òrbita presentarien l'avantatge d'un procés d'establiment més senzill, gràcies fonamentalment a la seva proximitat, i costos econòmics inferiors, però podrien patir inconvenients seriosos a l'hora d'esdevenir comunitats completament autosuficients, sobretot per l'abastiment de materials necessari per sostenir el seu creixement. Pel que fa a les colònies assentades en terra ferma, els experts destaquen dos candidats per sobre de la resta, la Lluna i Mart, i no amaguen una certa preferència per la Lluna com a primera opció. La candidatura de Venus és desestimada per les condicions extremes de temperatura (460 °C), pressió (90 vegades la de la superfície terrestre) i l'abundància de diòxid de carboni. La resta de planetes o bé queda massa lluny o bé, com Venus, presenta condicions massa desfavorables. Sobre la preferència per la Lluna, Philip Metzger, un físic del Centre Espacial Kennedy de la NASA, argumenta: "La Lluna és el primer pas natural. És a prop. Podem practicar vivint, treballant i fent-hi experiments abans de fer viatges més llargs i arriscats a Mart."

Independentment de la ubicació, qualsevol colònia presenta una sèrie de problemes que cal resoldre i de necessitats que han de ser satisfetes. De la mateixa manera que una ciutat, una colònia requereix energia, aigua, materials i els seus habitants han d'afrontar els reptes proposats per condicions ambientals ben diferents que les del nostre —malgrat tot— acollidor Planeta Blau: atmosferes inhòspites, gravetats inferiors o superiors, transport, comunicació. Tots aquests reptes i necessitats són objecte d'estudi i protagonistes d'experiments que les agències espacials de diversos països duen a terme des de ja fa un bon grapat d'anys.

Quan no s'és pesat. Tothom ha vist alguna vegada astronautes flotant a l'interior d'una nau, engolint boletes de suc de taronja suspeses en l'aire i fent tombarelles i acrobàcies amb gran

elegància. Tot això és possible gràcies a la manca de gravetat que es produeix a l'espai, lluny de qualsevol planeta, o bé quan està en òrbita al voltant d'un cos. Però la ingravidesa no només té conseqüències divertides i acrobàtiques, sinó que afecta severament els organismes dels astronautes i la seva condició física. Com que a la Lluna la gravetat és una sisena part de la gravetat terrestre i a Mart, una tercera part, aquests efectes haurien de ser tinguts en compte pels seus hipotètics habitants, tot i ser menors que els que patirien els seus col·legues en òrbita.

La gravetat no és només una força, és també un senyal, un senyal que el cos utilitza per saber com ha d'actuar: la gravetat indica als músculs i als ossos com de forts han d'estar. És per això que en condicions d'ingravidesa els músculs s'atrofien ràpidament, ja que el cos no els percep com a necessaris. Nombrosos experiments indiquen que la massa muscular pot desaparèixer a un ritme d'un 5% setmanal. El que succeeix amb els ossos és molt semblant: es produeix una descalcificació que en disminueix la resistència, fent-los més trencadissos. Fins i tot la sang nota la gravetat. A la Terra, la pressió de la sang és superior a les cames. Sense gravetat, però, la pressió sanguínia és la mateixa a tot el cos. Per aquesta raó els astronautes tenen un aspecte tan estrany: les seves cares, injectades amb més sang de l'habitual, s'inflen i les cames se'ls apriren. Quan el cos detecta aquest augment de pressió a la part superior del cos, ho interpreta com un excés de sang i prova d'arreglar-ho eliminant part del fluid. És possible que en pocs dies un astronauta arribi a perdre fins a un 20% del volum sanguini, fet que afecta directament el cor. Amb menys sang per bombiar, el cor no ha de realitzar un esforç tan intens i també s'acaba atrofiat. Es pot pensar que si un colonitzador ha de viure per sempre en condicions de poca gravetat, tots aquests efectes no hagin de ser preocupants, perquè no constitueixen més que una adaptació al medi. Aquest raonament és cert, en part, pel que fa als músculs, però no ho és en absolut per als ossos. La descalcificació els torna més fràgils i fa que el risc de fractures causades per simples copets augmenti perillosament. De tota manera, els colonitzadors de Mart no

tindrien més remei, de moment, que viatjar durant sis mesos en condicions d'ingravidesa per arribar a la seua destinació, on la gravetat és un terç de la gravetat terrestre. Per tant, caldria que durant el trajecte mantinguessin el seu organisme en bones condicions. La clau és l'exercici, però un tipus d'exercici molt especial.

Gimnàs a l'espai. Per mantenir-se en bona forma, els exercicis que han de practicar els astronautes han de simular els efectes de la gravetat terrestre. La resolució d'aquest problema és una de les preocupacions prioritàries dels investigadors de les agències espacials, que ja han ideat diversos ginys amb aquest objectiu. Un dels més efectius, fins ara, és el desenvolupat a la NASA per Alan Hargens i els seus col·legues, anomenat Dispositiu de Pressió Negativa per a la Part Inferior del Cos (LBNP, en anglès). El component principal d'aquest invent és una cinta caminadora amb capacitat de succionar. El moviment de la cinta contribueix a l'exercici i la succió proporciona l'efecte gravitatori, de manera que, en conjunt, es permet l'exercici en condicions d'un pes efectiu d'entre un 100% i un 120% del que es notaria a la Terra. A més, el dispositiu és l'únic que restableix les diferències de pressió sanguínia entre les parts inferior i superior del cos. La resolució dels problemes derivats de la ingravidesa pot aportar, a més, avantatges addicionals. Com explica Victor Schneider, investigador mèdic de la NASA: "Ens podria portar a millorar les teràpies per a la gent que no utilitza la gravetat de forma adequada, és a dir, aquella gent que pateix atrofia muscular, òssia i sanguínia, a causa d'un excés de sedentarisme provocat per malalties o per la vellesa."

La set. Frank Herbert exposava el 1965 a la seva novel·la epicoecològica, *Dunes*, les condicions d'un planeta tan desèrtic que fins i tot la transpiració i la humitat de la respiració eren purificades per obtenir aigua potable. Malgrat la troballa d'aigua a Mart, sembla clar que l'eficiència en l'ús i reciclatge de l'aigua (el mateix succeeix amb l'aire) és un dels factors decisius a l'hora de garantir la continuïtat d'una colònia exterior. Per aquest motiu, científics de la NASA treballen en el projecte

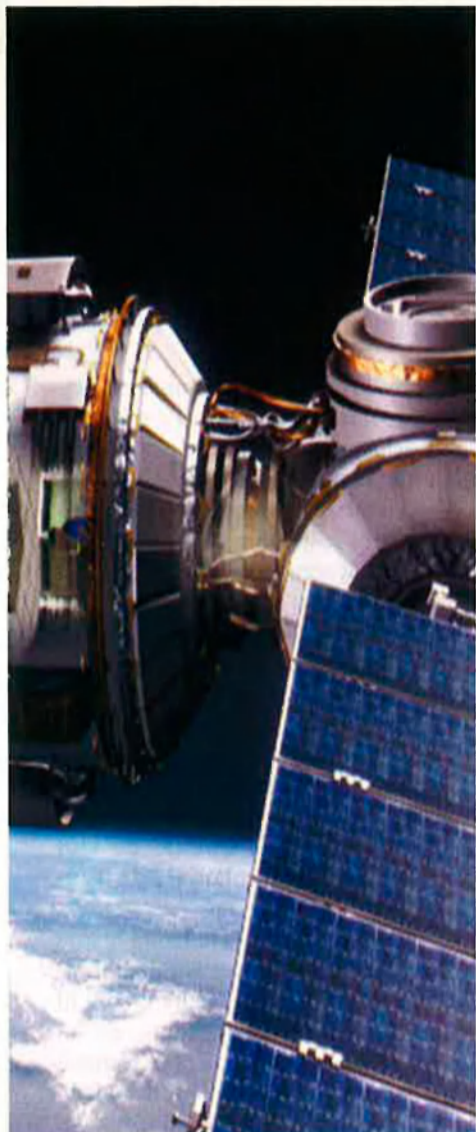
Sistema de Control Ambiental i Suport Vital, que té per objectiu obtenir aigua potable i oxigen de l'aire exhalat i l'orina dels astronautes, que es preveu que entri en funcionament l'any 2008 a l'Estació Espacial Internacional. El procés consisteix a bullir l'orina per evaporar l'aigua que conté i així separar-la i poder-la recuperar. Però aquest procés, que a la Terra resulta senzill, en absència de gravetat es complica. El vapor d'aigua no s'eleva ni se separa de l'orina justament perquè no hi ha gravetat. La separació s'ha d'aconseguir amb un sistema giratori que crea gravetat artificialment. Un cop recuperada l'aigua, l'aparell n'utilitza una part per generar oxigen per a la respiració mitjançant un procés d'electròlisi (separació de l'aigua en hidrogen i oxigen a partir d'electricitat), i la resta queda disponible per a ser consumida. D'aquesta manera, el sistema recuperador arriba a pesar una tona i mitja, i pot arribar a produir gairebé dos litres d'aigua per hora, recuperant un 100% de la humitat de l'aire i un 85% de l'aigua de l'orina, quantitats que permetrien mantenir sis astronautes permanentment a l'estació. Per dissipar qualsevol ombra de dubte sobre la qualitat de l'aigua procedent de l'orina, Robyn Carrasquillo, l'enginyer que dirigeix el projecte, assegura que "el sistema està dissenyat per produir aigua potable amb uns estàndards de qualitat superiors a la majoria de sistemes municipals d'abastiment d'aigua", de manera que els astronautes podran gaudir d'una aigua comparable a la dels brolladors més purs.

Agricultura espacial. Una colònia que es consideri autosuficient també ha de ser capaç de produir el seu propi aliment. Com que la base de la cadena tròfica de qualsevol ecosistema la formen les comunitats vegetals, sembla evident que per garantir la supervivència a llarg termini de colònies a la Lluna o a Mart, caldria practicar alguna mena d'activitat agrícola. Els cultius no només serien una font d'aliment directe i un possible mitjà de sustentació d'una hipotètica activitat ramadera, sinó que també proveïrien d'oxigen per ser respirat. Però les plantes que coneixem no han evolucionat per viure en planetes de sòls inerts i atmosferes gairebé inexistents. Aquesta última



condició, que dona lloc a un ambient de baixa pressió, és una de les que més afectaria els cultius marcians. L'equip encapçalat pel biòleg molecular Rob Ferl, director d'un departament dedicat a la recerca en Biotecnologia Agrícola a l'Espai de la Universitat de Florida, experimenta amb plantes en ambients de baixes pressions. Els resultats de la recerca indiquen que el principal efecte de la baixa pressió sobre les plantes és un ritme d'assecament més elevat, per la qual cosa cal subministrar més aigua que en condicions normals. Tot i així, malgrat disposar de l'aigua necessària, els gens de les plantes que detecten la sequera continuen activats, i això fa que les plantes reaccionin tancant els porus per conservar aigua o perdent fulles per estalviar-ne, reaccions del tot innecessàries que no fan més que reduir la qualitat dels cultius. És per això que els experiments de Ferl pretenen comprendre les reaccions de les plantes per poder-les ajustar bioquímicament, de manera que l'adaptació de la planta a

l'ambient hipobàric sigui òptima. Curiosament, aquests estudis han trobat alguns beneficis en ambients de baixa pressió. El mecanisme és essencialment el mateix que causa els problemes. La baixa pressió que fa que l'aigua abandoni la planta també expulsa hormones. En aquestes condicions, per tant, podria ser que l'hormona responsable de l'envelliment sortís de la planta abans d'actuar, allargant la vida del vegetal. Un altre resultat del mateix grup indica que si s'emmagatzema fruita a baixa pressió, es conserva més temps en bones condicions. Aquest efecte és degut a la ràpida eliminació de l'etilè, la molècula responsable de la maduració de la fruita i de la seva descomposició. Per tant, els productes vegetals transportats en contenidors de baixa pressió podrien arribar a les botigues tan frescos com si haguessin estat recol·lectats el mateix dia. Potser, doncs, els colonitzadors de Mart tindrien el privilegi de menjar sempre fruita madura acabada de collir, prescindint de les collites prematures i



500 dies de missió simulada a Mart

Comença a anar de debò. Si tot funciona com és previst, començarà la primavera del 2008: sis persones seran enviades a Mart, en una missió simulada. Ull a les paraules, però, que hem escrit "simulada": és a dir, en realitat, la suposada tripulació espacial no es mourà de la Terra. Això sí: viurà com si hagués estat enviada al Planeta Roig, aïllada a les instal·lacions que s'hauran preparat *ad hoc* a Rússia. L'Institut Rus per a Problemes Biomèdics, en col·laboració amb l'Agència Espacial Europea (ESA), prepara la missió Mars500: durant cinc-cents dies, la tripulació viurà la simulació de les diferents fases de la futura missió, talment com si realment visquessin el llançament, el viatge de vora 250 dies, l'arribada a Mart, la preceptiva excursió per la seva superfície i la tornada. Durant tot aquest temps, els astronautes s'hauran d'encarar a diferents simulacions regulars i d'emergència (o a situacions crítiques reals, com ara algun accident o malaltia), l'espai pel qual es mouran estarà també pensat per a la simulació fidedigna (en un seguit de tancs metàl·lics, hi haurà l'espai mèdic, l'espai de recerca, la sala per a la tripulació i la cuina: 200 metres quadrats, a més d'un contenidor especial per a simular-hi l'estada a la superfície marciana) i la comunicació amb la base trigarà el mateix temps que si el viatge fos real (20 minuts per al missatge d'anada i 20 més per a la resposta).

L'objectiu de la missió és l'estudi dels efectes psicològics i sobre la salut que pot tenir una situació tan especial, de l'adaptació humana a un entorn d'aïllament, les relacions de grup, la correcta gestió d'uns recursos limitats (cosa que inclou el menjar i l'aigua), els perills potencials que es poden trobar en una missió d'aquestes característiques i, és clar, començar a determinar quines mesures es poden prendre per provar d'evitar-los.

Encara falta un temps perquè les missions deixin de ser simulades, és cert: però sembla que el compte enrere ha començat. *N. C.*

de l'ús de cambres frigorífiques que en malmeten el flavor.

Detalls significants. A part d'aquests elements bàsics per a qualsevol colònia, la vida a l'espai ha de tenir en compte multitud d'aspectes més, alguns de generals, altres relacionats amb les característiques de l'entorn immediat.

L'obtenció de materials per tal de sostenir un creixement de la colònia, per exemple, implicaria activitats mineres. A Mart, aquestes activitats resulten força difícils perquè la major part de sòl es presenta de manera granular, com una arena. Fins a quina profunditat es pot excavar sense que s'esfondrin les parets? Quina és la millor manera de desplaçar-se sobre la sorra? Aquestes i altres preguntes resten encara sense resposta.

Una altra de les característiques de la superfície marciana (i també de la lunar) és la sequedat extrema deguda a l'absència d'aigua. Això, a part de conseqüències fisiològiques de deshidrata-

ció, genera efectes elèctrics sorprenents. De la mateixa manera que en dies secs ens enrampem en tocar el pom d'una porta, un astronauta que passejés per Mart podria generar petites descàrregues en tornar a la base, fet que podria malmetre l'electrònica de la colònia.

Aquestes dues característiques fan possible l'existència de tempestes de sorra electrificada a la superfície de Mart, autèntics tornados elèctrics que es mouen a velocitats superiors als 100 km/h, amb gran capacitat de destrucció. Una condició a tenir en compte a l'hora d'escollir un emplaçament per a una base.

Finalment, com en qualsevol procés, l'energia es revela com la peça clau del trencaclosques, el fil que uneix i permet totes les activitats que farien possible la vida en un altre planeta. Cap dels processos anteriors no és possible sense una font d'energia. Les colònies en òrbita gaudirien d'una gran quantitat d'energia solar, ja que a l'espai no hi ha nit, núvols ni atmosfera que bloquegi la llum del sol. Es podria generar ener-

gia calorífica mitjançant forns solars i energia elèctrica a través de plaques fotovoltaïques. Malauradament, els darrers estudis indiquen que a Mart i a la Lluna les condicions no afavoreixen l'aprofitament de l'energia solar. La Lluna té nits de dues setmanes, Mart és lluny del Sol, té nits i molta pols. Per tant, sembla que l'energia nuclear és una de les possibilitats més plausibles en aquests ambients. Però llavors caldria actuar amb prudència, per no generar la por que va portar Isaac Asimov a escriure en plena Guerra Freda el conte *Ases estúpids*, en què Naró, gestor de la Federació Galàctica que agrupa un gran nombre de civilitzacions de totes les galàxies, esborra el nom de l'espècie humana del gran catàleg de civilitzacions madures quan descobreix que els humans realitzen assaigs amb bombes nuclears al seu propi planeta. Havent-la esborrat, Naró xiuxiueja amb consternació: "Ases estúpids".

Toni Pou