



# MARXAR A L'ESPAI PER SALV

Un equip internacional liderat per investigadors de la UPC imagina la ciutat de Nüwa, una extensa colònia al Planeta Vermell que podria servir per reformular la societat humana



21 DE FEBRER 2021

TEXT  
**Toni Pou**

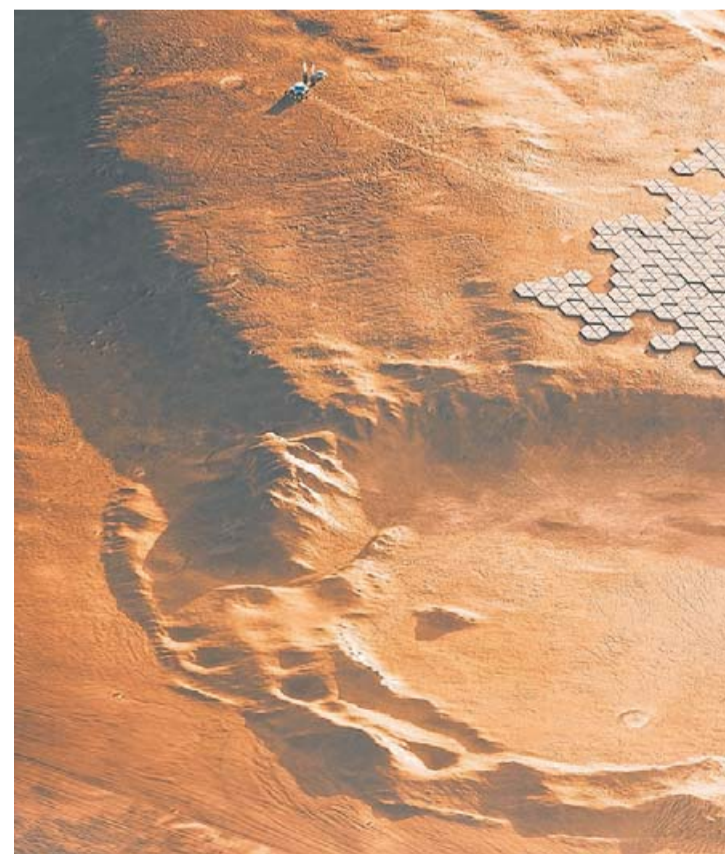
La tecnologia existeix. I els diners hi són. Només cal voluntat. Això pensen molts experts sobre la possibilitat d'establir una colònia habitada permanentment a Mart. Si més no, ho pensen els equips de tot el món que s'han presentat al concurs per dissenyar una ciutat marciana organitzat per la Mars Society, una entitat no lucrativa que promou el coneixement i la recerca sobre el Planeta Vermell. La tecnologia, defensen, és la que es fa servir en la construcció de les grans infraestructures terrestres i en les missions espacials. Pel que fa als diners, fer arribar una nau a

Mart amb cent tones de material costa uns mil milions d'euros. Podem comparar aquesta xifra amb un exemple pròxim: la línia 9 del metro de Barcelona ja ha costat, sense estar acabada, prop de set mil milions d'euros, és a dir, l'equivalent a set coets fins a Mart.

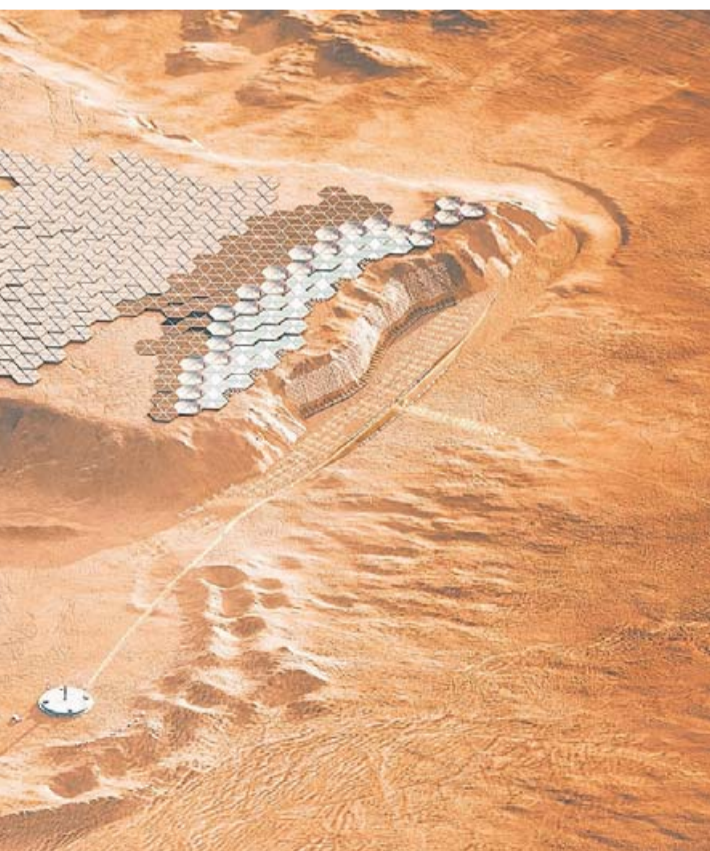
"Construir una ciutat a Venus o a Pròxima b és ciència-ficció, però fer-ho a Mart és factible, és una possibilitat real", afirma Guillem Anglada-Escudé, astrofísic de l'Institut de Ciències Espacials del CSIC. "Ho veig inevitable", sosté Miquel Sureda, investigador en ciències i tecnologies de l'espai de la UPC. Anglada-Escudé i Sureda formen part d'un dels equips que van presentar el disseny d'una colònia marciana al concurs de la Mars Society. La seva proposta, batejada com a Nüwa en honor a una deessa de la creació xinesa, va ser una de les finalistes.

### Com s'arriba a construir a Mart?

Una de les primeres qüestions que es van plantejar a l'hora de dissenyar Nüwa va ser la sostenibilitat. Una colònia a Mart no pot funcionar com l'Estació Espacial Internacional, que orbita la Terra i depèn del subministrament constant de materials des del planeta mare. Mart és a 200 milions de quilòmetres. A més d'això, el disseny



# VAR LA TERRA



Fotos: Sebastián Rodríguez i Gonzalo Rojas\_ABIBOO studio & SONet



## CIUTAT SUBTERRÀNIA

Per protegir els habitants de Nüwa de les temperatures extremes i les radiacions, la ciutat es construiria a l'interior de les parets d'un penya-segat. La ciutat estaria formada per un seguit de túnels connectats entre ells amb ascensors i ferrocarrils. En aquestes simulacions es pot apreciar l'aspecte extern de la colònia.



de Nüwa es basa en el fet que l'anomenat sistema de suport vital –el conjunt d'aparells que farien habitable el Planeta Vermell– sigui molt robust. “Una apagada a la Terra és un contratemps –explica Sureda–, però a Mart pot ser un desastre”. Això, efectivament, són criteris generals de caràcter tècnic que cal tenir en compte. Però com s'arriba a construir una ciutat a Mart?

Segons l'investigador de la UPC, al final de la dècada del 2030 començarem a veure expedicions tripulades a Mart, formades per una desena d'astronautes, que s'hi estaran uns mesos i després en tornaran. Un cop fetes les tasques d'investigació necessàries sobre el terreny, s'hi establirà una base habitada permanentment, semblant a les bases científiques que hi ha actualment a l'Antàrtida. A partir d'aquest moment, havent fet algunes ampliacions amb materials procedents de la Terra, els habitants de Mart hauran d'aprofitar els recursos locals per ampliar la colònia. Per sort, a diferència de la Lluna, Mart és un planeta molt ric en recursos que

poden servir per construir no només la mateixa colònia, sinó les màquines necessàries per construir-la. “A Mart hi ha oxigen a les roques, carboni a l'atmosfera, que està formada principalment per diòxid de carboni, i hidrogen en forma

de gel als pols o de sòl congelat”, explica Anglada-Escudé. De fet, un dels objectius de les missions actuals és conèixer la disponibilitat d'aigua, i més concretament d'hidrogen, al subsol marcià. Amb energia i aquests materials bàsics, complementats amb alguns altres que també són presents a Mart, es pot construir qualsevol cosa. Per elaborar l'atmosfera que respirarien els colons, per exemple, només caldria combinar l'oxigen obtingut de les roques amb el nitrogen també extret de dipòsits minerals

en una proporció aproximada de 21 a 79.

## Aixoplugar-se en un medi hostil

El confort i la seguretat són la primera cosa que cal garantir en un entorn tan inhòspit com el d'un planeta que pot experimentar diferències de temperatura que van des dels 27 °C diürns fins als 133 °C

•  
“Construir una ciutat a Mart és factible, una possibilitat real”  
•



sota zero nocturns. Els habitants de Mart no només s'hauran de protegir de la temperatura, sinó també de la radiació solar, que és especialment intensa perquè l'atmosfera marciana és molt tènue (la pressió és inferior a l'1% de la terrestre) i perquè el camp magnètic és tan feble que tampoc fa cap efecte d'escut. La solució que proposen els dissenyadors de Nüwa per salvar aquestes dificultats és excavar la ciutat a l'interior de les parets d'un penya-segat. A Mart hi ha moltes parets muntanyoses disponibles, ja siguin de cràters o dels diversos canyons que solquen la superfície. El fet de crear les zones habitables a l'interior d'una muntanya protegiria de la radiació solar i de les variacions de temperatura, perquè els materials utilitzats en la construcció no patissin tant d'estrès tèrmic, al mateix temps que contribuiria a donar suport estructural a uns compartiments que haurien d'estar a una pressió atmosfèrica molt més elevada que el seu entorn.

Nüwa estaria formada, doncs, per tot un seguit de túnels de vint metres de diàmetre i diversos centenars de metres de profunditat, connectats entre si amb ascensors i ferrocarrils. A la part més externa dels túnels s'hi col·locaria vegetació, mentre que a la part inferior del penya-segat, a la vall, hi hauria espais comuns com universitats i parcs, on es podria estar només un temps limitat, perquè no estarien protegits de la radiació. La part superior del penya-segat estaria reservada als hivernacles per cultivar aliments i als sistemes de producció d'energia.

A l'hora d'obtenir energia a Mart es pot pensar d'entrada que si la radiació solar és tan elevada, amb panells solars fotovoltaics o tèrmics o amb instal·lacions solars de concentració n'hi hauria prou per obtenir electricitat i escalfar aigua. El problema és que al Planeta Vermell són habituals les tempestes de sorra, que poden arribar a cobrir grans extensions de territori durant mesos sencers. Això obligaria a disposar d'altres sistemes de generació d'energia, com per exemple centrals nuclears. Els dissenyadors de Nüwa calculen que el mix energètic hauria de ser un 30% d'origen nuclear, un 60% procedent de centrals de concentració solar i el 10% restant generat amb panells fotovoltaics. Tot i que a Mart hi ha tempestes de sorra i, per tant, força vent, l'atmosfera és massa poc densa per moure les pales d'aerogeneradors amb prou força perquè produeixin energia elèctrica a partir de la velocitat del vent.

### **Un problema de gravetat**

Però a Mart hi ha una condició que no es pot alterar i de la qual no es pot protegir ningú: la gravetat. El camp gravitatori del Planeta Vermell és aproximadament una tercera part del terrestre, i això és gairebé impossible de canviar. És un misteri com respondria el cos humà a aquesta gravetat. S'han fet estudis dels efectes de l'absència de la gravetat, però per limitacions tecnològiques no se n'han fet amb un camp gravitatori com el de Mart. "És una de les grans incerteses d'anar a Mart", diu Sureda. "Per molta teoria o experi-

ments que es facin en gravetat zero, s'ha de provar i veure quins efectes té la gravetat marciana en els humans", afegeix. Efectivament, se sap que els astronautes que passen mesos en absència de gravetat a l'Estació Espacial Internacional en pateixen les conseqüències.

Per començar, el sistema d'equilibri i orientació del cos s'ha d'acostumar a la nova situació i això genera un període de mareig, nàusees, mal de cap i desorientació que pot durar alguns dies. Un cop superat, hi ha altres efectes més permanents, com la redistribució de fluids, l'atròfia muscular i l'osteoporosi. La gravetat terrestre fa que els fluids corporals s'acumulin a la part baixa del cos, mentre que l'absència de gravetat fa que es distribueixin per tot l'organisme. I això comporta, entre altres conseqüències, canvis en la regulació de la pressió arterial. Com que els fluids es distribueixen amb més facilitat, no cal mantenir una pressió sanguínia tan alta ni tampoc tant de volum de sang. La quantitat de sang, de fet, es pot arribar a reduir fins a un 20%. Això fa que el múscul cardíac es debiliti perquè ja no ha de bombar tant, cosa que pot reduir el flux d'oxigen al cervell. "Aquests efectes es poden minimitzar amb l'ús de roba que ajuda a restablir el flux sanguini", explica Sureda.

Però el cor no és l'únic múscul que s'atrofia en absència de gravetat. Com que els músculs no han de carregar tant de pes, es debiliten i es redueixen. Al seu torn, els ossos, que també reben una càrrega més baixa, es fan més primers i fràgils, cosa que augmenta el risc de fractura. Per minimitzar tots aquests efectes, els astronautes practiquen dues hores d'exercici cada dia. A Mart, segons Sureda, també "caldrà fer rutines físiques per pal·liar aquests efectes". "A llarg termini hi ha la possibilitat que els humans que visquin a Mart evolucionin i canviïn per adaptar-se a aquestes condicions", especula Sureda. ¿Això donaria lloc, aleshores, a una nova espècie d'humans?

•  
*"Potser es podrien fer servir asteroides per produir energia"*  
•

### **Gastronomia extraterrestre**

Si la sostenibilitat és un dels criteris fonamentals amb què hauria de funcionar una colònia marciana, això s'hauria de reflectir no només en la generació d'energia, sinó també en la producció d'aliments. "Els aliments no són sinó combustible; quan en consumim desprem diòxid de carboni i residus que s'han de tornar a introduir al sistema", explica Anglada-Escudé. En aquest sentit, a més, cal tenir en compte que pràctiques com la ramaderia, habitual a la

Terra, impliquen una despesa de recursos molt més gran que l'agricultura, amb la qual cosa la gastronomia marciana s'hauria de basar per força en productes d'origen vegetal. Els dissenyadors de Nüwa calculen que amb 100 metres quadrats de terreny per habitant n'hi hauria prou per obtenir tot l'aliment necessari per abastir la colònia. Aquesta dada contrasta amb el territori que utilitzem a la Terra amb aquesta mateixa finalitat, al voltant dels 10.000 metres quadrats per persona. A Mart aquest dispendi d'espai faria inviable la ciutat.

A més de la fruita i les hortalisses més habituals, a les terres de cultiu marcianes s'hi podrien



**COLÒNIA INDEPENDENT** A la part inferior del penya-segat, a la vall, hi hauria espais comuns com universitats i parcs, on es podria estar només un temps limitat, perquè no estarien protegits de la radiació, com s'aprecia a la imatge de la dreta. A sobre d'aquestes línies, dues simulacions de l'interior de la colònia. Després d'una inversió inicial, arribaria un punt en què l'economia de Nüwa seria independent de la de la Terra.



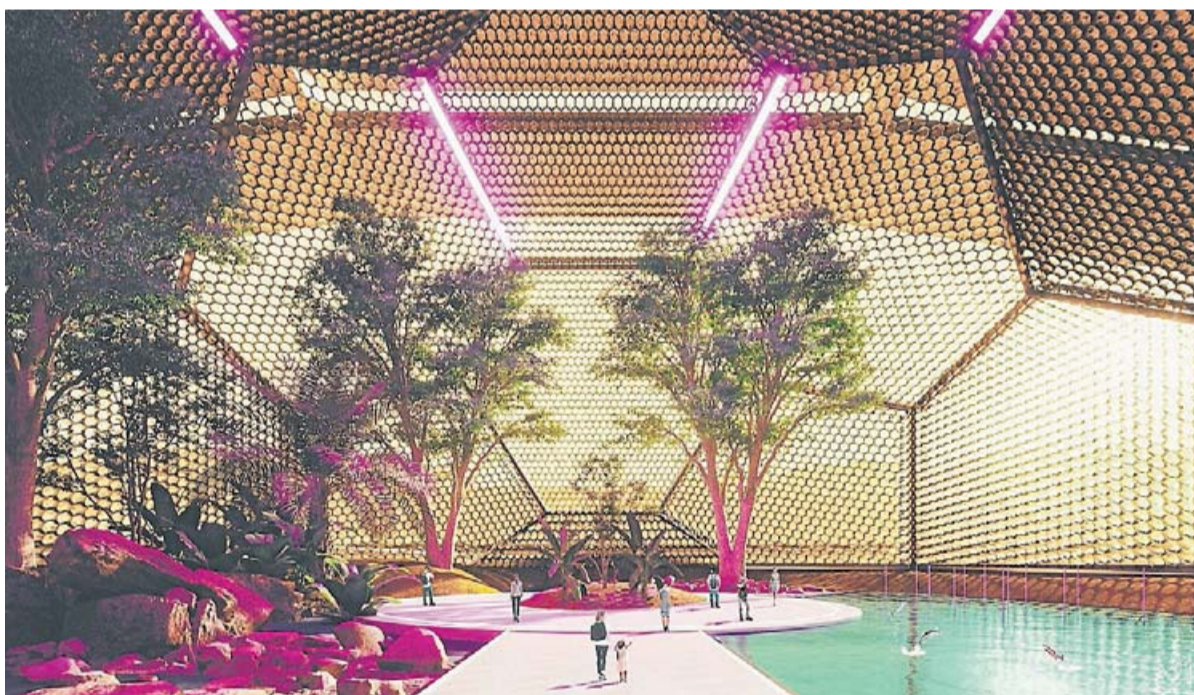
tota manera, des de bon principi ja es planteja la possibilitat que tothom disposi de temps lliure per innovar i començar a crear petits negocis. A més, en el moment d'arribar a Nüwa tothom rebria un paquet d'accions que, en cas d'excedent, es podrien bescanviar per algun tipus de moneda marciana. D'aquesta manera s'incentivaria la implicació de tothom en el funcionament de la colònia.

Quan la ciutat arribés als 10.000 habitants ja hi hauria la necessitat de crear òrgans de gestió propis, com un ajuntament. Caldria, entre altres coses, algun sistema per regular els conflictes, que es podria materialitzar en un cos judicial i policial. A mesura que la població anés augmentant, aquestes estructures s'haurien d'anar reforçant fins a arribar a ser veritables estructures d'estat. Amb un milió d'habitants, per exemple, caldria un Parlament propi, que podria incloure, com a mínim d'entrada, representants de la Terra. Sembla força clar que a partir d'aleshores la colònia hauria de reformular la relació amb la Terra. Després d'una inversió inicial per construir i fer créixer la primera base, s'arribaria a un punt en què l'economia de la colònia seria independent de la de la Terra. Situada a 200 milions de quilòmetres dels centres de decisió terrestres i amb una especificitat altíssima, tindria sentit que la colònia tingués la possibilitat de prendre les seves pròpies decisions i autogestionar-se de manera completa. Si això acaba donant lloc a una certa enemistat, com passa en obres de ciència-ficció com la sèrie *The Expanse*, basada en una saga de vuit llibres dels autors Daniel Abraham i Ty Frank (que els signen amb el pseudònim de James S.A. Corey), encara s'ha de veure.

### **El sentit d'una odissea**

Havent fet totes aquestes consideracions, potser algú es pregunta quin sentit té anar a viure a Mart. “No hi ha un motiu essencial –diu Anglada-Escudé–, però alguns ho volem fer”. “No es tracta de conquerir l'espai sinó d'ampliar el domini de l'experiència humana”, afegeix. A més, segons l'astrofísic, “anar a Mart és una decisió que convergeix amb el tipus de societat i de tecnologia sostenible que volem”. Efectivament, els criteris radicals de sostenibilitat que haurien de regular el funcionament d'una colònia marciana podrien donar lloc a tecnologia que es podria utilitzar per resoldre alguns dels problemes de la Terra. “Podria servir perquè fóssim conscients del que ens dona la Terra”, diu. “Tal com passa amb tota la tecnologia espacial, la tecnologia marciana acabaria revertint en tota la societat”, confirma Sureda.

Una altra de les possibilitats que permetria l'establiment d'una ciutat a Mart és l'obertura de l'economia a tot l'espai entre la Terra i el Planeta Vermell. “Això és molt especulatiu –admet Anglada-Escudé–, però potser es podrien fer servir asteroides per produir energia”. Més enllà de certes utilitats pràctiques i d'esperonar el tarannà curiós i explorador que ha caracteritzat sempre la humanitat, Mart podria ser un veritable mirall. Un mirall que, en paraules d'Anglada-Escudé, “podria servir per reformular el funcionament de la societat humana”. ●



produir microalgues com l'espíulina, que a més de servir com a aliment també es poden utilitzar com a materials de construcció i com a productores d'oxigen. Aquesta alimentació fonamentalment vegetariana es podria complementar amb proteïna animal obtinguda d'insectes i, potser, d'aviram i peix criats en petites quantitats. “També hi podria haver algun porc –diu Anglada-Escudé–, que s'encarregaria de reciclar la matèria orgànica sobrant d'altres processos”. Una possibilitat que també tindria molt de sentit com a font de proteïna és la confecció de l'anomenada carn cel·lular o de laboratori. Aquest producte no s'obté directament d'animals, sinó que es crea al laboratori i, malgrat això, té propietats nutricionals molt semblants a les de la carn.

### **Sociopolítica marciana**

Una de les qüestions més fonamentals a l'hora d'habitar un altre planeta no té res a veure amb la tecnologia, la purificació de l'aire, l'obtenció d'aliments o la protecció davant de condicions extremes. Un cop resolt tot això i garantida no només la supervivència, sinó també el confort, hi ha moltes maneres d'organitzar una societat. ¿Quina estructura social i política seria millor per garantir l'estabilitat de la colònia? Els dissenyadors de Nüwa proposen un desenvolupament de la societat marciana en tres fases. A la primera, el funcionament seria essencialment corporatiu i controlat totalment des de la Terra. La gent treballaria en els serveis essencials per mantenir la ciutat en marxa a canvi d'un sou. De