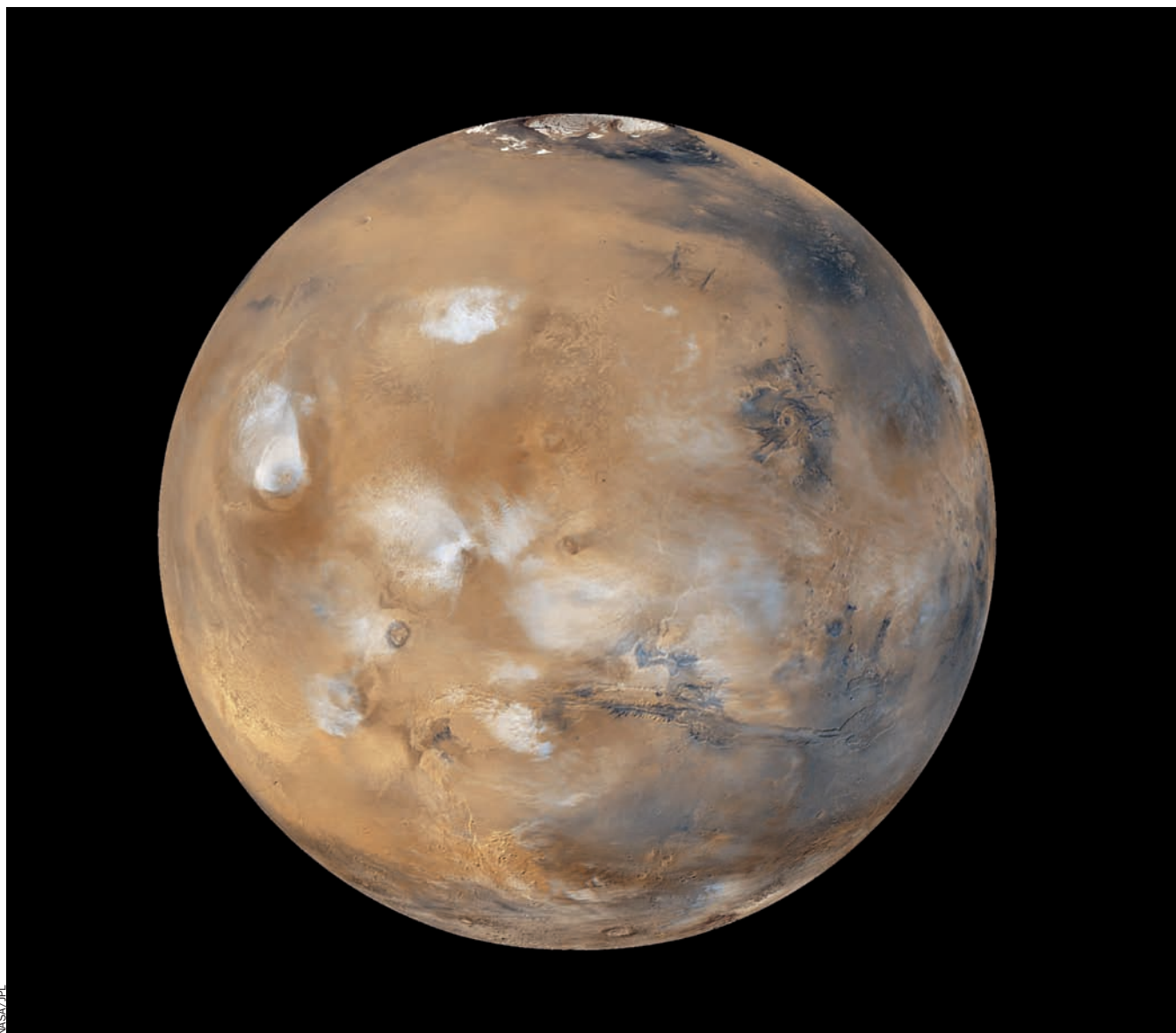
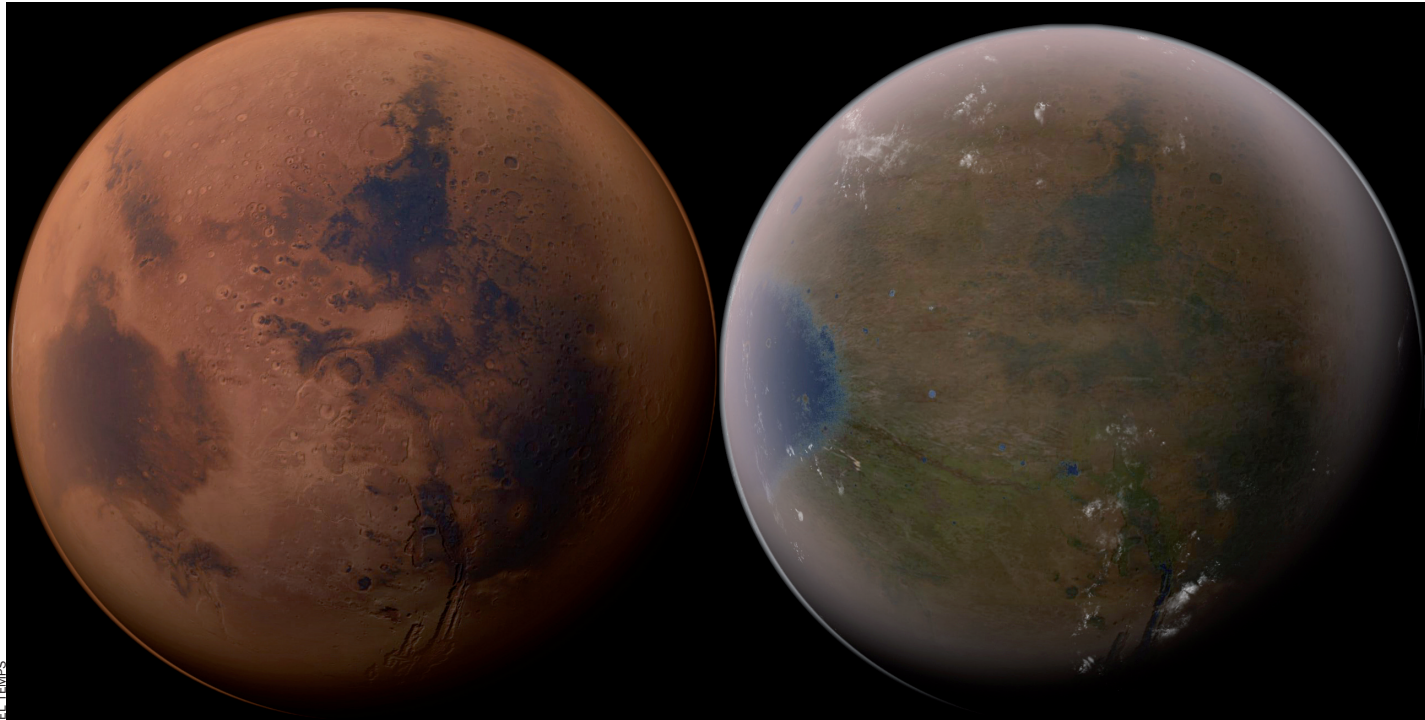


# Mart, el planeta verd



Núvols d'aigua i glaç, glaç polar, les regions polars i diverses característiques geològiques, en una imatge completa de Mart.

La possibilitat de convertir un planeta inhòspit en un hàbitat apte per a la vida que coneixem és una hipòtesi que fa temps que dansa dins els cervells humans. Un grup d'estudiants de la Universitat de València (UV) i la Politècnica de València (UPV) han presentat un projecte que apropa aquesta remota opció gràcies a l'ús de microorganismes amb el genoma modificat. La biologia sintètica es posa al servei de la terraformació de Mart. El planeta vermell podria canviar de color.



EL TEMPS

Recreació artística d'un hipotètic procés terraformador del planeta Mart, des de la situació actual a una altra que el fes apte per a la vida d'animals

“La terraformació d'un cos planetari, o ecosíntesi planetària, és el procés hipotètic de modificar-ne deliberadament la composició atmosfèrica, la temperatura, la topografia o l'ecologia per tal que esdevinguin similars a les de la Terra.”

Així comença l'exposició que un grup d'estudiants de la Universitat de València (UV) i de la Universitat Politècnica de València (UPV) fan del treball que van presentar, aquesta tardor, a l'iGEM, el concurs de biologia sintètica del Massachusetts Institute of Technology (MIT) de Boston (EUA). Hi van competir (perquè d'una competició es tracta: científica i ordenada i mesurada, però competició) 127 equips més de tot el món i l'originalitat de la proposta valenciana va merèixer una de les medalles d'or que anualment s'hi atorguen. El títol? “Llevats bojós a Mart. Un plantejament de terraformació des de la biologia sintètica”. La idea? Col·laborar a la transformació de Mart bo i emprant microorganismes amb els genomes modificats per tal que puguin “canviar de color amb les oscil·lacions de la temperatura”.

El projecte tindria sentit en una, diguem-ne, segona fase terraformadora, quan ja hi hagués hagut algunes intervencions que permetessin la colonització per part de determinats microorganismes.

Aquests microorganismes serien els encarregats d'acabar d'accelerar canvis (en el cas que ens ocupa, augmentar la temperatura general) que podrien fer possible una certa vida vegetal, cosa que podria generar més oxigen i permetre fins i tot l'arribada d'animals, inclosos els humans.

**Carl Sagan i els llevats bojós.** Cada any, quan des de l'Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva (UV) i el grup Intertech (UPV), ofereixen als alumnes la possibilitat de participar a la fita MIT, hi ha una reunió d'aquelles on plouen idees. “Després hi entrem nosaltres, que hi posem l'experiència”, ens relata Manel Porcar, del grup de biotecnologia i biologia sintètica del Cavanilles i assessor dels estudiants per al concurs: “Sobre la idea base, fem el disseny d'un projecte possibilista d'investigació”.

Aquesta idea base la va formular un dels estudiants, José Aguilar-Rodríguez. Entusiasta de la ciència-ficció, admirador de l'astrofísic nord-americà Carl Sagan (1934-1996), coneixia la seva proposta d'emprar líquens foscos per tal de contribuir a escalfar el planeta Mart en un hipotètic procés de terraformació. Si els colors clars reflecteixen la llum, els foscos la retenen, i l'anomenat planeta vermell necessita totes les eines possi-

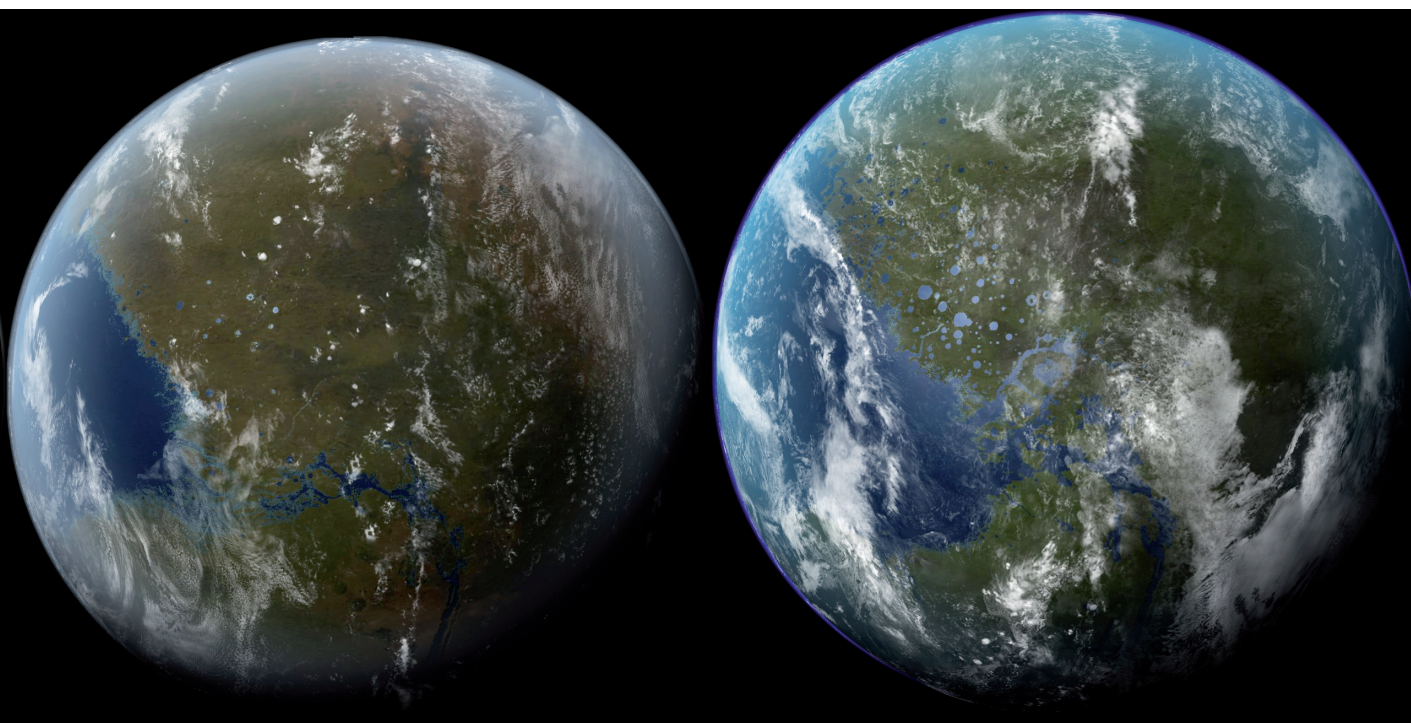
bles per tal de captar escalfor, de revertir les temperatures dràsticament baixes que colpeixen la seva superfície. I els líquens de Sagan s'han acabat convertint en els “llevats bojós” creat pels estudiants valencians.

A més d'Aguilar-Rodríguez, el jove equip interdisciplinari és format per

### “L'essència de la vida és la invasió”

És clar que tot plegat es mou encara en el camp dels plantejaments hipotètics, i és clar també que, en tot cas, la cosa podria trigar, segons les estimacions, centenars o milers d'anys, però la possibilitat d'intervenir en un altre planeta, i de fer-ho tan dràsticament, ja genera un debat, també, ètic.

És lícita la intervenció humana més enllà del nostre masegat planeta? I les teòriques formes de vida autòctona de la nova colònia planetària? Carl Sagan ja havia respost l'interrogant amb rotunditat: “Si hi ha vida a Mart, penso que nosaltres no hauríem de fer res que la destorbés. Mart, de fet, pertany als marcians, ni que siguin microbis.”



**terrestres, inclosos els humans.**

Gabriel Bosque, Lorena Garrido, Juan Àngel Patiño, Raül Rodríguez, Maria Siurana, Alejandro Vignoni, Àngeles Hueso i Daniel Tamarit. Aquest darrer ens explica el pas que els nous coneixements permeten de fer, a partir dels líquens proposats per Sagan: “Utilitzem tècniques actuals perquè aquest

procés siga encara més efectiu: és una evolució de la idea a partir de les noves tecnologies.” Rosario Gil, del grup de genètica evolutiva del Cavanilles (i també membre de l’equip assessor per al projecte iGEM), resumeix idea i treball: “Preteníem dissenyar tot d’organismes que tingueren característiques apropia-

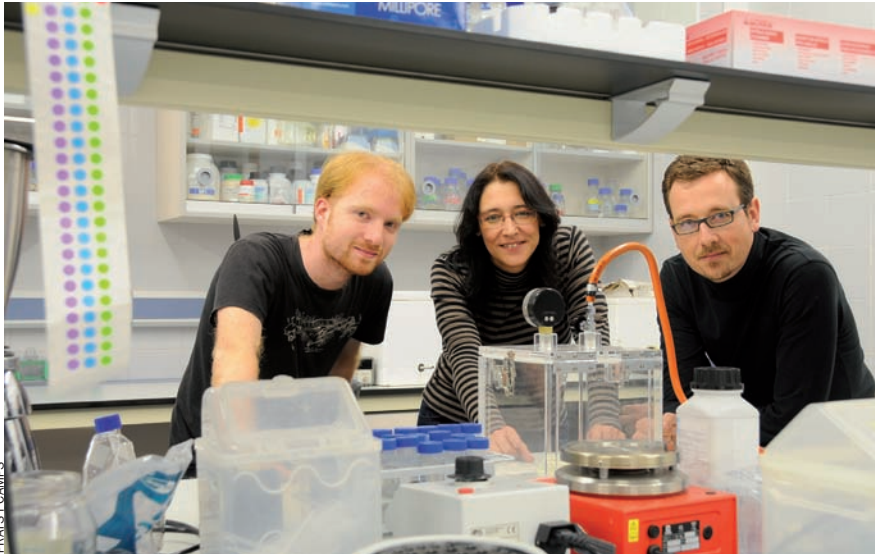
des tant per a sobreviure al planeta Mart en una fase intermèdia del seu procés de terraformació com per a transformar les característiques de l’atmosfera marciana amb la idea de fer-la més adequada per a la vida d’uns altres organismes terrestres”. I el seu plantejament ha estat “aconseguir llevats capaços de tenir un

Actualment, les opinions dels científics fan, també en aquest cas, bona dita de “tants caps, tants barrets”. Entre els noms consultats al treball “Llevats bojós a Mart”, podem esmentar la negativa de Daniel Altschuler, director durant més d’una dècada de l’Observatori d’Arecibo, a Puerto Rico, a la possibilitat de terraformar res: amb vista a la supervivència de l’espècie humana, explica, és més important d’aturar el canvi climàtic” que ja ha generat una mena de “terradeformació” aquí que no pas “contaminar uns altres planetes amb la nostra biologia” (i quedar-nos sense saber “si hi va haver una biologia independent que s’hi hagués pogut desenvolupar”). “El dilema real”, afirma en la mateixa sintonia Francisco Anguita –geòleg madrileny i especialista en vulcanisme i planetologia–, “és saber si

tindrem prou temps i vigor per a retro-terraformar la Terra.”

De l’altra banda, l’astrònom valencià Fernando J. Ballesteros exposa la necessitat (encara que no sigui mitjançant una difícil terraformació) de l’expansió més enllà dels actuals límits terrestres: “En cas contrari, tindrem, de segur, data de caducitat. És de sentit comú: no poses tots els ous al mateix cistell (en aquest cas, la Terra). Si reeixim en la colonització d’uns altres mons, les nostres probabilitats de supervivència a llarg termini augmentaran.” I tant Ballesteros com l’astrobiòleg Alberto Fernández Fairén, coincideixen en la necessitat de ser curiosos amb la possible vida marciana: si el primer pensa que caldria “preservar el planeta per a les formes de vida nadiues, i restringir la nostra presència a enclavaments menuts”, el segon raona que la

intervenció dependria, en tot cas, de la caracterització de la vida marciana: si té la mateixa bioquímica que la terrestre, “podríem assumir alguna mena de transport de vida entre la Terra i Mart en el passat (meteorits) i, en aquest cas, no hi veig problema”. Si la biologia marciana és totalment diferent, però, se n’hauria de “garantir absolutament” la supervivència. És clar que, alhora, hi afegeix l’astrobiòleg, “necessitem continuar el nostre desenvolupament com a espècie dins el sistema solar. L’equilibri en aquest darrer cas seria “essencial, i difícil d’aconseguir”. Perquè hi ha una premissa que no s’ha de perdre de vista i que assenyala també Manel Porcar, des de la Universitat de València: “L’essència de la vida és la invasió, la conquesta de nous nínxols.” I això val per als bacteris i per als humans.



PRATS I CAMPES

Daniel Tamarit, Rosario Gil i Manel Porcar, en un laboratori de l'Institut Cavanilles.

color fosc en situació de fred, per arreplegar la poca energia solar que arribi a la superfície del planeta, però que després, una volta la temperatura haguera augmentat, es tornaren a aclarir”. No era qüestió, aleshores, de sobreescalfar Mart per culpa dels microorganismes foscos! “Cal controlar la temperatura quan arribi a un cert nivell”, rebla Manel Porcar: “Com en una espècie de termòstat que eviti que Mart s’acabi convertint en Venus.”

A l’hora de cercar l’interruptor perquè les cèl·lules decideixin si s’han d’aclarir o d’enfosquir, van optar per un sistema prionic. I aquí rau la part més innovadora del projecte: la capacitat que tenen els prions, aquestes formes alterades de proteïnes cel·lulars, de transformar la resta a imatge i semblança seva, es posa al servei del propòsit científic. Un canvi en la conformació d’un prion, per tant, i el canvi consegüent dels altres –com sol passar quan s’esdevé dins del sistema nerviós– un problema (no oblidem que els prions són els responsables de provocar determinades malalties degeneratives, com ara l’encefalopatia espongiforme bovina, popularment coneguda com a mal de les vaques boges), és aquí l’efecte desitjat. En realitat, l’ús que s’ha fet d’una proteïna prionica de llevat per a l’extensió del canvi de color no té res a veure amb cap vessant patològic. El principi, però, és el mateix (aquesta capacitat de transformació dels veïns) i, per això, amb aquell toc de peculiar humor que sol acompanyar els

bateigs científics, els joves valencians han anomenat la seva creació “llevats bojós”.

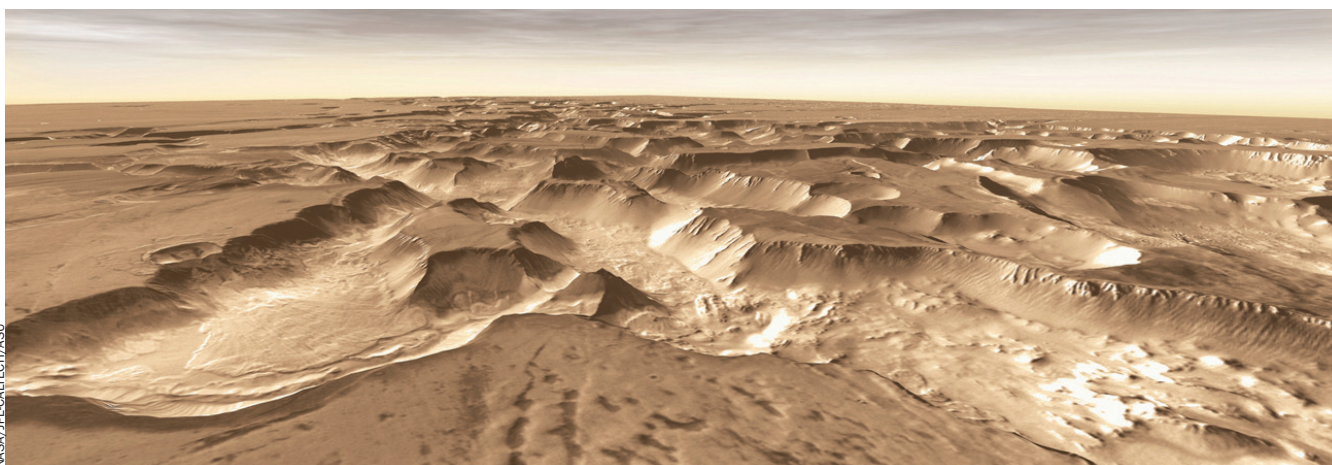
El treball biològic ha tingut també un altre vessant: “La temperatura de Mart és molt baixa i oscil·la prou entre el dia i la nit i també entre les diverses estacions”, apunta Rosario Gil; si els “llevats bojós” han de sobreviure al planeta veí, bé cal que tinguin una especial resistència als graus negatius. Bo i seguint l’experiència ja publicada per un grup de científics xinesos, han introduït dins un bacteri (l’experimentalment amanós *Escherichia coli*) una proteïna de soia i la modificació ha fet que el bacteri, que té una temperatura idònia de creixement de 37 graus, es mantingui viu (i, fins i tot, que creixi) a 40 i 50 graus negatius. La idea continua i és clara: introduir la mateixa proteïna de soia dins el “llevat boig” (ja modificat genèticament amb la incorporació de prions), de manera que s’obtinguessin, simultàniament, totes dues propietats: resistència al fred i capacitat d’acumular energia gràcies al color fosc. Tot plegat, sintetitza Manel Porcar amb un somriure, “és una contribució humil a la modificació genètica que es requeriria per a aconseguir microorganismes que pogueren contribuir a modificar el clima del planeta Mart. Tot això, assumint que ens trobem en una primeríssima fase de desenvolupament”.

**Ciència i ficció.** “En l’origen fou la ciència-ficció”, escriu Aguilar-Rodríguez al seu currículum per al projecte. I continua: “Jules Verne i Herbert George

Wells, en foren els pares. Després hi va haver la ciència, amb Carl Sagan i Stephen Jay Gould. El nexa fou Isaac Asimov amb les seves històries meravelloses d’aventures cerebrals i assaigs científics fantàstics. Em van obrir els ulls a la immensa bellesa de la ciència com a mètode i em van mostrar quina és l’actitud científica per a enfocar l’univers i les recompenses que ens ofereix la ciència en forma de comprensió i meravella. Sempre els estaré agraït. I avui, si la ciència és la matèria del meu pensament, la ciència-ficció és la matèria dels meus somnis.”

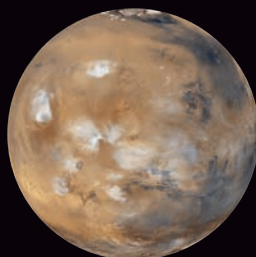
La possibilitat de terraformar uns altres planetes o cossos celestes té una llarga història. El terme fou encunyat els anys 40 del segle XX per l’escriptor Jack Williamson. Val a dir que el concepte ja havia saltat a la palestra literària amb H. G. Wells i la seva colpidora *La guerra dels mons*, per bé que en aquest cas la transformació es presenta a la inversa: són els marcians, de fet, que enceten el canvi del nostre planeta per a acostar-lo –cadascú escombra cap a casa– a les condicions del seu. En tot cas, de mica en mica, s’ha anat expandint l’atenció transformadora, tant si es tracta amb l’òptica de la ficció (des de les novel·les d’Arthur C. Clarke fins a la trilogia terraformadora de Kim Stanley Robinson –*Red Mars*, *Green Mars*, *Blue Mars*, precisament–, fins a videojocs, passant per sèries de televisió –inclosa la mítica *Star Trek*– i films diversos), com si es fa des d’una perspectiva científica. Carl Sagan (sempre!) va ser el primer a proposar la qüestió des d’aquesta òptica, tant per escrit com en un capítol de la mítica sèrie de divulgació televisiva *Cosmos*. No ha estat l’únic. Hi ha hagut simposis i estudis (la NASA mateix va analitzar oficialment la possibilitat els anys 70). Els darrers temps, de fet, han vist augmentar els treballs que analitzen de manera exhaustiva les possibilitats terraformadores.

Per què Mart, en tot cas? Manel Porcar respon amb un altre somriure: “Tens cap proposta millor?” El fet és que sembla el candidat més adient: és prou a prop perquè ho puguem prendre en consideració (“un viatge de cosa de dos anys”), que ha tingut “una història biològicament interessant”, i que no ofereix tantes dificultats, posem per cas, com Júpiter, el gegant gasós. Tot amb tot, ningú



Una visió de la superfície marciana: el Laberint Noctis, amb imatges preses des de la Mars Odyssey.

## Qui és qui?



### TERRA

### MART

|                            |  |                      |
|----------------------------|--|----------------------|
| 12.753                     | diàmetre (km)                                  | 6.790                |
| 23,5                       | inclinació de l'eix (graus)                    | 25                   |
| 149.675.000                | distància mitjana des del Sol (km)             | 227.940.000          |
| 29,7                       | velocitat mitjana en orbitar el Sol (km/segon) | 23,3                 |
| 365,25                     | durada de l'any (dies terrestres)              | 687                  |
| 23 hores 56 minuts         | durada del dia                                 | 24 hores 37 minuts   |
| 14                         | temperatura mitjana (C°)                       | -62,7                |
| >300                       | radiació UV (nm)                               | >190                 |
| 2,66 vegades la de Mart    | gravetat                                       | 0,375 la de la Terra |
| 1.013                      | pressió atmosfèrica (mbar)                     | 5-10                 |
| COMPOSICIÓ ATMOSFÈRICA (%) |  |                      |
| 78                         | nitrogen (N <sub>2</sub> )                     | 2,7                  |
| 21                         | oxigen (O <sub>2</sub> )                       | 0,13                 |
| 0,038                      | diòxid de carboni (CO <sub>2</sub> )           | 95,3                 |
| 1                          | argó (Ar)                                      | 1,6                  |
| Lluna                      | satèl·lits                                     | Fobos i Deimos       |

Font: NASA, UV-UPV: "Llevats bojós a Mart"

no signa que la possibilitat sigui factible. Des de la NASA resumeixen la hipòtesi com un procés "llarg i complicat": caldria alliberar a l'atmosfera gasos que poguessin combinar un necessari augment de la pressió atmosfèrica amb l'efecte hivernacle (per mitjà de "fàbriques que produïssin clorofluorocarbonis derivats de l'aire i el sòl"). El consegüent augment de la temperatura (cosa de 4 graus, calculen) podria contribuir a vaporitzar part del diòxid de carboni del pol sud (hi ha qui parla també d'algun sistema més dràstic per a actuar directament sobre el casquet de CO<sub>2</sub>) i alliberar, per tant, part de l'antiga atmosfera marciana. En el procés, la temperatura podria augmentar una mitjana de 70 graus, cosa que contribuiria a fondre el gel "bo i proveint l'aigua necessària per a sostenir la vida", l'aigua augmentaria la pressió atmosfèrica "a l'equivalent a alguns cims de muntanyes terrestres" i el pas següent ja seria les plantes que haurien de produir oxigen. Pel mig s'hi haurien pogut introduir els *llevats bojós* valencians. Tot plegat, és clar, roman en el camp de la hipòtesi. I no s'ha de perdre de vista la possibilitat de la reversió: ateses les condicions de Mart, un planeta sense camp magnètic que protegeixi l'atmosfera de l'impacte (i la consegüent erosió) dels vents solars, l'astrònom Daniel Altschuler es pregunta, per exemple, "quant de temps podria durar aquesta nova atmosfera abans de quedar perduda a l'espai". Si parlem d'un interval entre 10.000 anys i 100.000, tal com proposen alguns càlculs, potser seria un termini raonable per a, diguem-ne, recuperar la inversió.

Núria Cadenes