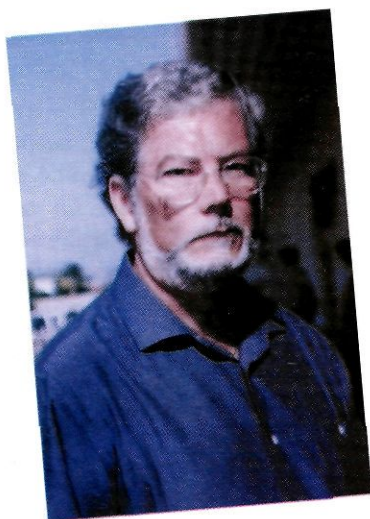




Entrevista amb Josep Torres

per Rafel Serra

L'apassiona la seua feina, i se li nota quan en parla. Enginyer i astrofísic, totes dues coses per vocació ("treballant més hores que les que demana el reglament", afirma), constantment matisa els seus comentaris, amb parlar pausat, com si no volgués deixar cap detall sense puntualitzar. La seua aportació principal al món de l'enginyeria aeroespacial, segons ell mateix, és la patent d'una antena omnidireccional de baix guany que garanteix una via de telecomunicació i telecontrol secundària amb satèl·lits orientats en qualsevol posició, fins i tot amb l'antena principal no visible des de control Terra, per evitar així la pèrdua de contacte amb naus molt costoses. La primera vegada que es va utilitzar aquesta antena va ser en el satèl·lit francès Telecom, després Olympus, a final dels anys 70. Des de llavors ençà s'ha incorporat a uns altres seixanta enginyers espacials europeus. Un dels projectes en què està involucrat actualment és el seguiment del Minisat, un satèl·lit dissenyat i construït per l'INTA, operatiu des de fa quatre anys. El principal instrument científic del Minisat intenta detectar la possible radiació en la banda de l'ultraviolat dels neutrons per determinar si tenen massa o no, i així provar o desmentir la teoria de l'astrofísic britànic Denis Sciama per explicar la matèria fosca (matèria encara no interpretada) de l'univers.

Josep Torres

va néixer a Sant Francesc de Formentera l'any 1942. Va estudiar per lliure fins a tercer de batxillerat a l'antic institut Santa Maria d'Eivissa, a Dalt Vila. Després, gràcies a les beques que el va ajudar a gestionar un dels seus professors, el senyor Jesús Núñez, per qui encara confessa un gran agraïment, es va traslladar a l'institut Jorge Juan d'Alacant, on va continuar fins al Preuniversitari. En acabar, va cursar la carrera en aquell temps anomenada Peritatge Aeronàutic, l'equivalent a l'actual Enginyeria Tècnica Aeronàutica, a la Universitat Politècnica de Madrid, el primer any en què aquests estudis varen deixar de ser restringits a personal militar. Segueixen dos anys com a enginyer de radar de trànsit aeri a l'aeroport del Prat de Barcelona, i l'ingrés a l'Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), organisme fundat l'any 1942 i depenent del Ministeri de Defensa. Durant aquesta època va obtenir la llicenciatura en Ciències Físiques a la universitat Complutense de Madrid. Entre els anys 84 i 89 va treballar a l'ESTEC, European Space Technology Center, a Holanda. L'ESTEC és un dels centres associats a l'ESA, European Space Agency, l'equivalent europeu de la NASA. Després va ser director tècnic del projecte Hispasat, que va desenvolupar els primers satèl·lits de comunicacions espanyols. L'any 92 es va reincorporar a l'INTA, com a director del Departament de Ciències de l'Espai. Aquest departament també desenvolupa alguns projectes en comú amb l'ESA, i hi treballen uns cent cinquanta científics i enginyers. Actualment Josep Torres viu a la localitat madrilenya de Torrejón de Ardoz, i també és membre de diversos consells científics, entre ells, de l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC).

Pregunta. *Què es fa exactament al Departament de Ciències de l'Espai?*

Resposta. A l'INTA es treballa en projectes civils, però també militars. Possiblement el DCE és el departament on es desenvolupen més activitats fora de les tradicionals en defensa, a pesar que de vegades n'hi ha de prioritàries. Tenim branques dedicades a l'astrofísica, física fonamental a l'espai, unitats de teledetecció, investigació a l'atmosfera, estudi de càrregues útils a naus espacials, disseny d'instruments per incorporar a satèl·lits artificials... I també una part d'electrònica i una part de mecànica. No tot és en aquest departament, és a dir, que quan necessitam una cosa fora de les nostres capacitats ens ajuden altres departaments de l'INTA. Quan es té entre mans un projecte important, naturalment és un projecte de l'INTA, no un projecte d'un departament només. Al DCE som més autònoms, per exemple, quan es tracta de dissenyar i construir un instrument científic, com potser ara mateix, que estam desenvolupant una càmera per a la missió Rosetta. Rosetta és un satèl·lit que ha de viatjar a buscar el nucli d'un cometa, Wirtanen, per fotografiar-lo i després enviar-hi un lander² per analitzar el seu nucli, la seua composició... Aquest projecte es desenvolupa pràcticament només dins el meu departament, correspon a ciències de l'es-

pai, i entra dins els programes de l'ESA. A Espanya, però, fora del que és el programa de l'ESA es fa molt poca cosa, a part de programes comercials, com Hispasat, o programes de defensa. Com, ara mateix, els satèl·lits de comunicacions de defensa que agafaran el relleu dels satèl·lits Hispasat 1A i Hispasat 1B, que passaran a ser només militars, no per a ús civil, o ús dual. Fora d'això, el pressupost que té Espanya per a programes de l'espai és molt petit. A part del programa de l'ESA, que té uns 18.000 milions de pessetes l'any, per al programa nacional es tenen potser 800 o 1.000 milions de pessetes, com a molt, l'any... Amb això no es fa res. És una crítica que tenim els que ens dediquem a això, una crítica contínua, perquè països com Alemanya o França, que són al cap de la investigació, tenen pressuposts equivalents. El que posen a l'ESA i el que posen per a projectes propis són aproximadament els mateixos diners.

P. *O sia, hi ha un desfasament entre el que Espanya posa a l'INTA i el que posa a l'ESA?*

R. No tan sols a l'INTA, sinó a tothom que vulgui fer investigació espacial. A les empreses del sector, les universitats que treballen en això... S'ha de repartir entre tothom.

P. *De tant en tant apareixen notícies en premsa sobre el descobriment de planetes sense sistemes solars, o rodejats d'aigua congelada, o de sistemes solars semblants al*

nostre... Algunes són ben recents. En què es suposa que això pot interessar la gent del carrer?

R. Bé, jo crec que la investigació, i més la investigació de l'espai, interessa tothom. L'espai és allí, les estrelles sempre s'han mirat, s'han contemplat, des de l'antiguitat. Hi ha hagut moltes teories sobre la formació i l'evolució i la fi de l'univers, i aquestes coses, indubtablement, interessin. Ara mateix, aquest tema que apuntes és un dels més interessants. De fet, els projectes més importants que hi ha ara a la vista estan orientats a obtenir més resolució i poder detectar de forma directa aquests planetes que giren entorn d'estrelles tal com ho fan els del nostre sistema entorn del Sol. Encara no se n'ha vist cap. El que passa és que es detecten perquè si hi ha un sol, una estrella, i un planeta que gira al seu voltant, tot el conjunt gira al voltant del centre de masses. Aleshores, l'estrella pateix una pulsació a causa de la rotació del planeta. S'analitza la llum que ens arriba d'aquesta estrella i es veu que es va movent, l'espectre es desplaça cap a l'ultraviolat o cap a l'infraroig³... (Ho mostra amb les mans, com si comprimís o estiràs una línia.) Així és com es detecta que existeix un planeta que gira, no perquè el vegem. Una altra manera de fer-ho: com que el planeta passa per davant de l'estrella, si en aquest moment el planeta és al mateix plànol en què ens trobam

1 En una conversa amb un científic, sempre apareixen esmentats conceptes i instruments potser no massa coneguts entre el públic en general. Aleshores, per fer més entenedora l'entrevista, m'he atrevit, una vegada transcrita, i amb l'ajut d'uns quants llibres, a aclarir i ampliar amb notes a peu de pàgina alguna d'aquestes idees.

2 **Lander:** És un mòdul robotitzat (no tripulat) que se separa d'una nau espacial, i es posa sobre la superfície d'un cos celeste. Se n'han enviat a la Lluna i a Mart, i se n'estan dissenyant per enviar a altres planetes, cometes i asteroides. Si la part de la nau de la qual se separa el lander es col·loca en òrbita, aquesta part rep el nom d'orbiter.

3 Aquest fenomen es diu **efecte Doppler**. Si un cos emet una ona, per exemple sonora, i es desplaça cap a la nostra posició, aquesta ona ens arriba "comprimida", de manera que el so que percebem té un to més agut que el so que genera el cos en realitat. En canvi, si el cos s'allunya de nosaltres, les ones ens arriben més separades, i la nostra oïda les interpreta amb un to més greu que el real. L'exemple clàssic és el del so que escoltam d'un cotxe de carreres que passa pel nostre costat. La llum també és una ona, però composta de diferents freqüències d'ona visible (els colors) i dues àrees de freqüència no visible (la que hi ha "més avall del roig", o infraroja, i la que hi ha més "amunt del violat", o ultraviolat). Si el cos que observam emet o reflecteix llum i es mou a gran velocitat (per exemple, una estrella), aleshores les seves ones lluminoses ens arriben "comprimides" cap a la zona infraroja o ultraviolada, depenent de si s'allunya de nosaltres o s'apropa. En el cas que ens explica el senyor Torres, es detecta que aquesta "compressió" no és constant al llarg del temps, sinó que oscil·la regularment ("polsa"), i d'això es dedueix que hi ha planetes que alteren gravitacionalment la trajectòria de l'estrella observada.



Congrés sobre el Minisat 01, l'abril de 1999. D'esquerra a dreta: Josep Torres, el professor Sciamia, el Director General de l'INTA i el Subdirector d'Investigació i Programes.

nosaltres, l'estrella i l'òrbita del planeta (*També ho mostra amb les mans, fent-ne girar una entorn de l'altra.*) aleshores l'obscura una miqueta. Si mesuram amb molta precisió la lluminositat d'aquesta estrella, veim que baixa quan el planeta passa per davant.

En el que respecta a l'obtenció de resolució visual, ara hi ha un parell de projectes basats en interferometria de llarga base per obtenir una resolució molt més gran. En comptes de tenir un telescopi, posem per cas, en tenim uns quants separats, de forma que tots enfoquen el mateix punt. Així obtenim aquesta resolució més gran. Projectes com Eddington, Gaia, o fins i tot les noves generacions dels telescopis espacials van en aquesta direcció: poder detectar planetes o sistemes solars entorn d'altres es-

trelles que ja se sap que hi són. Com dic, però, veure els planetes, encara no s'ha pogut, perquè la llum que reflecteixen és molt tènue, i l'estrella entorn de la qual orbiten els eclipsa totalment.

P. *Tenc la sensació que qualsevol fracàs científic, també en els camps de l'astronomia i l'aeronàutica, es rep per part del públic profà amb una certa sorna. Per exemple, quan es va descobrir que el telescopi Hubble "era miop", o quan la NASA va perdre la sonda Mars Polar Lander, els problemes que va tenir l'ESA amb la sonda solar SOHO⁴... "Ja han tornat a ficar la pota, no s'aclareixen..."*

R. Bé, això és natural... També es critiquen molt les quantitats astronòmiques, diguem-ho així, que es dediquen a l'espai, i es diu que si es dedicassin a una altra cosa...

Però l'espai porta molta investigació de base. I no només ens en beneficiem els que ens dediquem al tema, sinó que hi ha un valor afegit del qual se'n beneficien totes les tecnologies. I aqueixos fracassos que es donen... Això passa sempre que hi ha una investigació que no està del tot madura. La investigació espacial farà cinquanta anys que va començar, és molt nova encara. Que falli una nau com la Mars Polar Lander o, efectivament, el telescopi espacial, en què es va descobrir que hi havia un defecte en un dels seus miralls, no tenia la curvatura que havia de tenir... O quan, desgraciadament, moriren els astronautes del Challenger⁵, quan va explotar... Això és així: en tot tipus d'investigació hi ha fracassos, hi ha èxits, i a vegades hi ha víctimes també.

⁴ Són tres exemples més o menys recents de projectes espacials que varen donar problemes, i que en el seu moment varen ser notícia a la secció científica dels diaris. El **Hubble** és un telescopi gegantí que es va posar en òrbita el 1990, per poder fer observacions astronòmiques sense dependre de les condicions atmosfèriques. Quan es va posar en funcionament es va descobrir que, en un cert rang d'observacions, la imatge que subministrava no era prou nítida. Es va reparar el 1993, quan els astronautes de l'Endeavour varen reemplaçar la lent defectuosa. La **Mars Polar Lander** era una de les sondes del programa marcià renovat de la NASA que havia d'aterrar a Mart a final de 1999, però en l'intent s'hi va estavellar, segurament a causa d'un error humà. La sonda **SOHO** (Solar and Heliospheric Observatory) és una sonda construïda per l'ESA que orbita al voltant del Sol des de 1995, i amb la qual es va perdre el contacte durant quatre mesos el 1998 a causa de la transmissió d'ordres de control errònies.

L'error humà no es pot evitar.

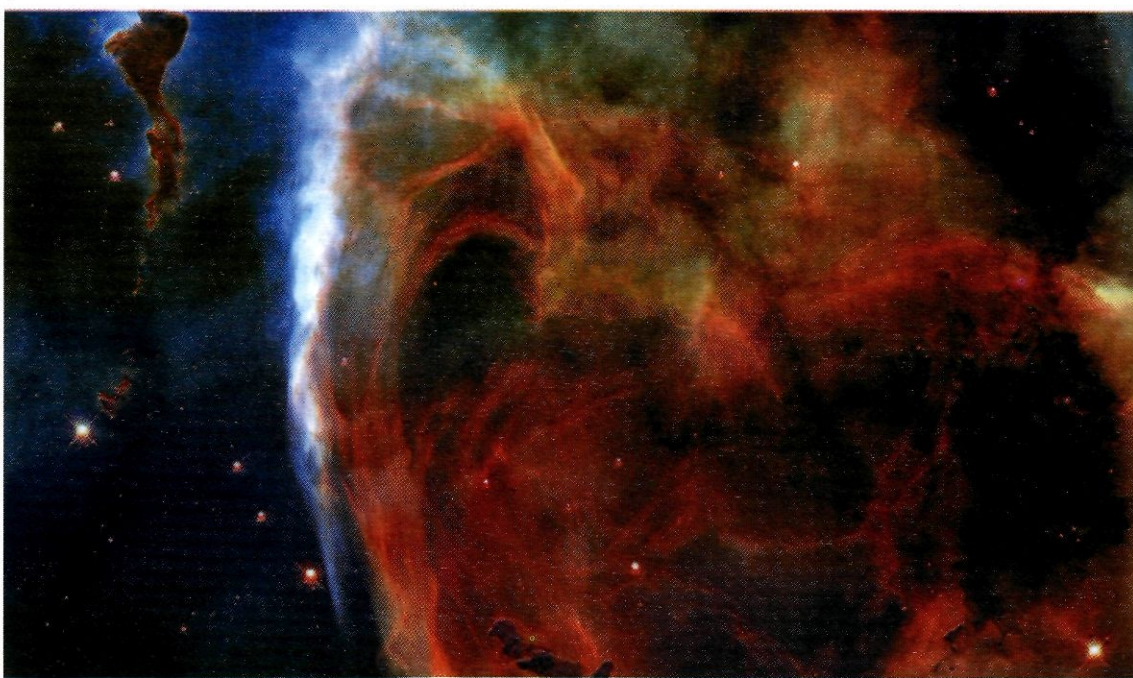
És clar que si no investigàssim no ens equivocariem, però tampoc obtendríem cap benefici.

A més, la investigació espacial té unes connotacions molt especials. En un futur més o menys llunyà, pot donar-se la possibilitat d'haver de sortir d'un planeta que se'ns està quedant petit, i establir colònies habitades a la Lluna o a Mart. El primer pas és l'Estació Internacional⁶, primer assentament humà fora de la superfície de la Te-

rra. També hi ha un altre aspecte del qual no es parla tant però que preocupa: la possibilitat, malgrat que remota, que un meteorit impacti sobre la Terra. Aquest tipus d'impactes han set una constant al llarg de l'existència del sistema solar, però no és un fet sols del passat. Així ho ha confirmat recentment l'impacte del cometa Shoemaker-Levy sobre Júpiter. Es creu que aquests impactes han extingit part de la vida sobre la Terra en diverses ocasions, i no sols els dinosaures fa 65 milions d'anys.

La forma de defensar-nos d'un impacte potencial es detectant amb antelació aquesta possibilitat, i desviant o destruint l'asteroide a temps. La tecnologia espacial és l'única que podria, en tal cas, donar resposta a aquesta amenaça.

P. *Un famós divulgador científic, Carl Sagan⁷, mort fa pocs anys, sostenia que l'accés de tothom al coneixement i a la ciència és la veritable base d'una societat lliure i democràtica. Per què deu ser, així i tot, que les disciplines tecnicocien-*



Vista de la nebulosa del Pany de Clau captada pel telescopi espacial Hubble l'abril de 1999.

5 Explosió del Challenger. El transbordador espacial (en anglès Space Shuttle) és un model de propulsor espacial tripulat que va ser posat en servei per la NASA a principi dels anys vuitanta. Es va dissenyar per ser utilitzat més d'una vegada, a diferència dels anteriors, els clàssics coets d'un sol ús, i així abaratir els costos de les activitats espacials. Es caracteritza perquè s'assembla a un avió convencional, i aterra igual que ell quan reentra a la Terra. La flota inicial de la NASA constava de quatre unitats: el Columbia, el Discovery, l'Atlantis i el Challenger. Aquest darrer va esclatar el gener de 1986, als 73 segons del seu enlairament, en la que ha estat la pitjor tragèdia de la NASA en tota la seua història. En l'accident varen morir set astronautes. Per substituir-lo, la NASA va construir una cinquena unitat, l'Endeavour.

6 Estació espacial. Una estació espacial és un mòdul que es posa en òrbita terrestre i que pot acollir tripulants per períodes de temps més o menys llargs. No està dissenyada per tornar a la Terra ni per viatjar a altres punts de l'espai. Les funcions més importants que sol tenir són com a base científica. Algunes de les estacions espacials que han existit fins ara, entre els anys 70 i 90, són l'Skylab de la NASA, l'Space Lab de l'ESA i les Salyut i MIR soviètiques (aquesta última va deixar de funcionar l'any 2000, sent ja russa). El mèrit de la ISS (International Space Station, també coneguda com estació Alpha), a part de ser la més gran que s'ha dissenyat mai, és ser el fruit de la col·laboració de totes les agències espacials importants del món: la NASA americana, l'ESA europea, i les agències espacials russa, japonesa i canadenca. Es va començar a construir el 1998, quan es varen ensamblar en òrbita les seues dues primeres peces: el mòdul Tsaria rus i el mòdul Unity nord-americà. Es calcula que la seua construcció, que consisteix bàsicament a anar afegint-li mòduls de funció diversa (habitatges, laboratoris, magatzems, sistemes de seguretat i de generació d'energia...) pot estar acabada cap a l'any 2006. La ISS està permanentment habitada, i aproximadament cada mes s'hi rep la visita d'un transbordador espacial o d'una nau Soyuz, que hi porten tripulació de relleu, queviures i material fungible. És el projecte astronàutic de més envergadura que s'està escometent ara mateix.

tífiques tenen sempre tan mala premsa i generen tant de rebuig?

R. Bé, potser en tenim la culpa nosaltres, els enginyers i científics que ens dedicam a això però que no sabem explicar el que feim. Per això, quan apareix algú com ell, algú capaç d'explicar a un nivell comprensible per a tothom coses tan complexes com les que feim, és lògic que tengui tant d'èxit. De fet, no tan sols ell, n'hi ha d'altres que amb la seua manera d'explicar les qüestions tècniques més complicades són capaços d'interessar el gran públic... Arthur C. Clarke⁸, per exemple, que a més de ser molt famós per les seues obres de ciència-ficció, va ser qui va descriure per primera vegada el satèl·lit geoestacionari⁹, una peça clau de l'actual entramat de telecomunicacions. I ho va fer molt abans que s'hagués posat cap satèl·lit en òrbita. El document en què ho explicava és un referent històric.¹⁰

P. A la web de l'ESA hi ha propostes per apropar l'astrofísica i la ciència espacial en general a les escoles. Quina resposta està obtenint?

R. Fa no gaire vaig ser a Washington, a un cicle de conferències que la NASA va organitzar sobre divulgació científica, per adquirir idees sobre aquest tema. La veritat és que ells ho fan molt bé. Ens porten bastant avantatge als països europeus en el que fa relació a això. Saben despertar interès entre el públic cap als seus projectes



El Sojourner fotografiat des del Pathfinder a Ares Vallis, planeta Mart, el 5 de juliol de 1997.

i les activitats que porten a terme, donen molta transparència a tot el que fan. Per exemple, quan el Pathfinder¹¹ va començar a mostrar imatges de la superfície de Mart, tothom les va poder veure quasi en directe, en temps real. El

tia, es podien veure simulacions virtuals de quin seria el seu aspecte. I ara que està a mig construir, des del primer moment se'n poden trobar fotografies, moltes d'elles preses des del transbordador espacial¹² durant les maniobres d'apro-

En tot tipus d'investigació hi ha fracassos, hi ha èxits, i a vegades hi ha víctimes també.

L'error humà no es pot evitar

mateix dia que les varen obtenir les varen enviar a les televisions i als diaris, i les varen posar a disposició del públic a Internet. Amb la ISS, l'estació espacial internacional, estan fent el mateix. Fins fa poc, quan la ISS encara no exis-

ximació. En relació a això, és cert que a l'ESA està començant a haver-hi alguna iniciativa en aquesta direcció. La més propera a nosaltres té l'origen en unes instal·lacions que hi ha a Madrid, l'estació de Robledo de Chavela, que la

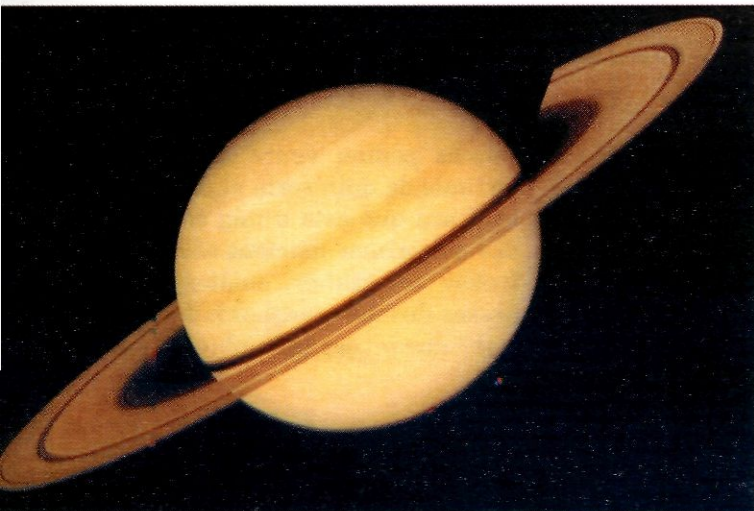
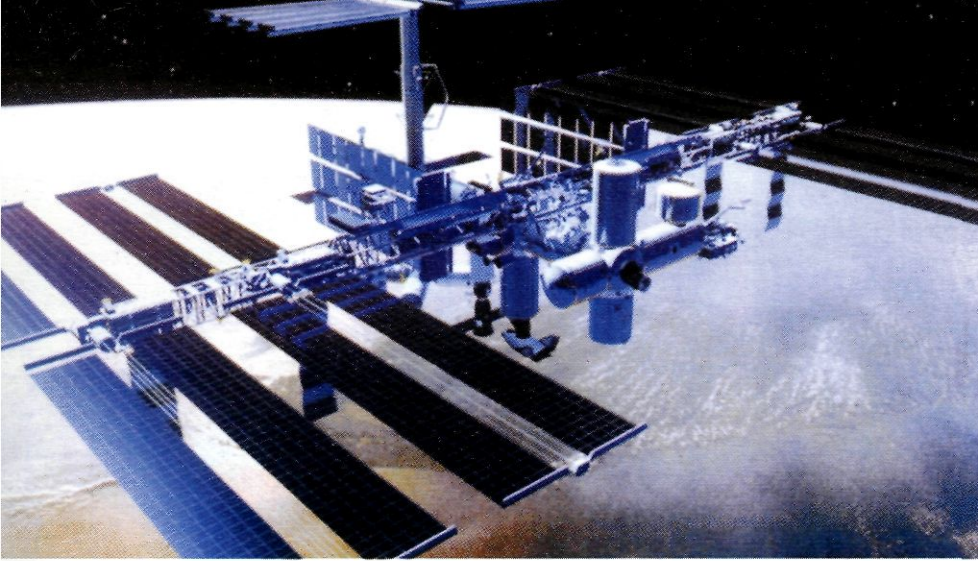
7 **Carl Sagan** (1934-1996), astrofísic nord-americà. En els anys 70 va participar en el disseny de les sondes no tripulades d'exploració marciana Mariner i Viking, i en el de les sondes Pioneer i Voyager, les quals, després d'explorar Júpiter, Saturn, Urà i Neptú, es varen convertir en els primers objectes creats pels éssers humans en abandonar el sistema solar. El Pioneer 10, que arribarà a la constel·lació de Taurus d'aquí a dos milions d'anys, porta un missatge per a la hipotètica civilització extraterrestre que el pugui trobar. Sagan és autor de nombrosos articles i llibres de divulgació científica. La seua obra més famosa és la sèrie televisiva "Cosmos".

8 **Arthur C. Clarke** (1917). Novel·lista i científic britànic, va participar en el desenvolupament del radar durant la Segona Guerra Mundial. Les seues novel·les són un vehicle per a la difusió d'idees filosòfiques. Una d'elles *The Sentinel*, va ser adaptada amb gran èxit al cinema el 1968 per Stanley Kubric amb el títol *2001: A Space Odyssey*.

9 **Satèl·lit geoestacionari**. És un satèl·lit artificial que es col·loca en òrbita a una altura i amb una velocitat tals que permeten que orbiti entorn de la Terra a la mateixa velocitat que aquesta gira. D'aquesta manera, observat des de la Terra, sembla que el satèl·lit està suspès sobre un punt fix en el cel. S'utilitzen sobretot com a repetidors de telecomunicacions (senyals de televisió, ràdio, telefonia mòbil, Internet...), observadors meteorològics i espies militars.

10 Es tracta d'un memoràndum presentat a la British Interplanetary Society el maig de 1945, tot just acabada la Segona Guerra Mundial, 12 anys abans de l'Sputnik 1 soviètic, el primer satèl·lit artificial de la història. Actualment, l'original és als arxius de l'Smithsonian Institution de Washington.

11 **Pathfinder**. Un lander que va aterrar a Mart l'estiu de 1997. D'ell en va sortir el Sojourner, un petit vehicle robotitzat equipat amb una càmera de televisió que es va desplaçar per la superfície de Mart efectuant anàlisis geològiques i emetent imatges al llarg de tres mesos.



L'Estació Espacial Internacional tal com serà en 2006. Imatge simulada per ordinador.

Saturn vist des del Voyager I, a 34 milions de kilòmetres. Novembre de 1980.

NASA va utilitzar durant un temps per al seguiment de les seues naus, algunes d'elles vols tripulats dels primers que va haver-hi. Allí hi tenen una antena de 35 metres de diàmetre que ara ja no es fa servir¹³. La intenció és modificar-lo de manera que es pugui oferir temps d'observació a col·legis, a universitats i fins i tot a particulars interessats. Qui la vulgui fer servir s'haurà de posar en contacte amb l'INTA, sol·licitar aquest temps d'observació, que se li reservarà, i a través d'Internet podrà enfocar el radiotelescopi cap on vulgui, cap a un planeta, cap a una estrella... cap a on vulgui, i re-

brà els resultats de l'observació també per Internet en temps real.

P. *El radiotelescopi serà comandable des d'Internet?*

R. Sí, sí: totalment comandable des d'Internet.

P. *I la NASA ja no necessita aquestes instal·lacions?*

R. És només una antena la que han cedit per a aquesta finalitat, però l'estació encara és totalment operativa. De fet, Robledo de Chavela és una de les tres estacions que conformen la DSN (Deep Space Network, Xarxa de l'Espai Profund), juntament amb la de Canberra, a Austràlia, i la de Goldstone, als Estats Units. La

seua funció és comunicar-se amb les naus que surten de l'òrbita terrestre, normalment sondes que s'envien a explorar cossos del sistema solar. Com que la Terra gira, les estacions s'han col·locat de manera que sempre n'hi ha com a mínim una, i normalment dos, que estan permanentment en contacte amb qualsevol nau.

P. *Caram!*

R. De tota manera, el radiotelescopi més gran que existeix en el món és un altre. És a Arecibo, a l'illa de Puerto Rico. És tan gran que ocupa tot el fons d'una vall. El problema és que els radiotelescopis normals es poden apuntar cap a on es vulgui, i aquest no es pot moure. S'ha d'enfocar movent la font d'alimentació que té a dalt, i això fa que sigui més poc flexible... (Ho explica amb les mans, una fent de plat i l'altra basculant a sobre.)

P. *Abans has parlat de la ISS, l'Estació Espacial Internacional. És gairebé una vertadera ciutat en òrbita, ara mateix a mig construir, però sembla que ningú no se'n faci gaire cas....*

R. L'Estació Espacial ha set i encara és molt criticada. És un projecte que no va néixer d'una manera fàcil. Les crítiques més fortes que rep són degudes sobretot als bilions i bilions que costa. Hi ha qui diu també que no té una finalitat clara, que no ha set dissenyada per a cap objectiu específic. Jo hi tenc molta confiança, però. Crec que és un observatori privilegiat, un laboratori on es poden desenvolupar experiments que aquí, a la Terra, resultarien impossibles, en condicions de microgravetat¹⁴. També per veure quines conseqüències poden tenir les estades de llarga durada dels és-

12 Funcions del transbordador espacial. El transbordador espacial, descrit a la nota 5, és una nau multiús. Pot col·locar càrregues útils en òrbita (satèl·lits i sondes espacials), funcionar com a estació espacial durant un curt període de temps, i com a transport de càrrega cap a estacions espacials permanents. Altres agències espacials tenen predissenyats de transbordadors espacials, però l'Space Shuttle de la NASA és l'únic operatiu. La majoria dels viatges cap a, i des de, la ISS es fan mitjançant Space Shuttles i llançadores Soyuz russes.

13 Antenes i radiotelescopis. Són antenes parabòliques de gran diàmetre que poden enviar senyals de ràdio de gran potència de forma direccional a punts de l'espai. Quan treballen d'aquesta manera se les utilitza per monitoritzar i transmetre ordres a naus espacials. També poden operar com a captadores de senyals de ràdio de molt poca potència provinents de l'espai llunyà (més enllà dels límits del sistema solar, fins i tot més enllà de la nostra galàxia, la Via Làctia). En aquest segon cas se'ls anomena radiotelescopis, i són una de les eines de recollida de dades més utilitzades en astrofísica.

sers humans a l'espai, sobre la seua condició física, problemes de convivència... Pensa que un dels grans projectes que s'imaginen per al futur és enviar naus tripulades a Mart, i això pot suposar un viatge de dos anys, almenys.

P. *Es diu que la ISS podria ser l'escala tècnica per als viatges tripulats a Mart¹⁵.*

R. No és per a això pel que ha estat pensada, però es podria utilitzar ben bé per a això, sí.

nant a generar molt d'interès entre la comunitat científica. Es parla d'establir-hi una base, que sí que es podria utilitzar, també, com a base intermèdia entre la Terra i Mart. Segurament això es farà abans que cap vol tripulat a Mart.

P. *Estudiar i investigar l'univers és, d'alguna manera, intentar descobrir alguna cosa respecte a la naturalesa humana?*

R. Sí, som curiosos per naturalesa. Com ja he comentat

bre l'origen de l'univers és la del Big-Bang, segons la qual l'univers s'està expandint després d'una gran explosió a partir d'un punt molt petit on es concentrava tota la matèria. Recentment s'han fet progressos importants en l'anàlisi del fons de radiació de microones, que és un dels puntals que sosté la teoria del Big-Bang. Aquesta teoria sosté que, en un moment determinat de l'expansió, l'univers es va fer

Un dels grans projectes que s'imaginen per al futur és enviar naus tripulades a Mart, i això pot suposar un viatge de dos anys, almenys

P. *S'hi viatjarà prompte, a Mart?*

R. No ho crec, qui digui una data la diu per dir alguna cosa. Hi ha qui diu d'aquí a dues dècades, d'aquí a quaranta anys... Però el que és cert és que ningú no sap quan es pot iniciar un projecte així. Un dels problemes a resoldre, precisament, és que dos projectes tan cars i tan complexos com la construcció de la ISS i el viatge tripulat a Mart no es poden desenvolupar a la vegada. Primer hem de veure fins a on arriba la ISS, i després ja veurem.

P. *T'aventuraries a dir una data?*

R.. El que jo crec és que abans es tornarà a la Lluna, ara se n'està tornant a parlar bastant, està tor-

abans, l'espai és allí, i des de l'antiguitat l'home sempre ha aixecat el cap per contemplar les estrelles.

P. *I sobre Déu?*

R. De vegades hi he pensat, de vegades hi he pensat... Hi ha teories científiques que sembla que van en contra del que diuen les Sagrades Escriptures, però és que no se'n pot fer una interpretació literal com s'havia arribat a fer en el passat... Clar, a més d'un el varen cuidar cremar per dir, per exemple, que la Terra no era el centre de l'univers...

P. *És que parlar sobre l'inici del temps, els límits de l'espai, l'origen de la matèria, l'origen de la vida...*

R. La teoria més acceptada so-

transparent a la radiació, i aquesta radiació fòssil deu estar immersa a totes bandes en forma de radiació de microones. El seu descobriment, el 1965, va ser casual, quan uns enginyers de Bell Telephon es varen trobar als seus receptors un soroll residual que no podien eliminar, independentment de cap a on apuntassin les antenes. El 1995 el satèl·lit COBE¹⁶ va fer un primer mapa d'aquesta radiació, i va demostrar, tal com s'esperava, que no era totalment uniforme, mostrant l'efecte de la formació de les galàxies. L'any 2000, un experiment des d'un globus estratosfèric¹⁷ a l'Antàrtida ha aconseguit un mapa amb major resolució, i s'espera que la sonda MAP arribi

14 **Microgravetat.** Fora del camp d'influència gravitacional de la Terra, la gravetat no desapareix del tot, sinó que en queda un mínim residu. Per això, més que d'absència de gravetat es parla de microgravetat.

15 La necessitat d'una **escala tècnica** en els viatges espacials tripulats de llarga durada respon al fet que la nau que l'hagi d'emprendre, més els seus sistemes de propulsió, dipòsits de combustible, subministraments, etc., poden representar un pes massa gran per ser enlairat en un sol llançament, atès que no és factible construir llançadors tan potents. Així, es fa necessari llançar diferents mòduls per separat, buscar un punt de trobada en òrbita i ensamblar-los allí abans d'iniciar el viatge real.

16 **COBE**, en anglès, Cosmic Background Explorer, Explorador del Rerafons Còsmic.

17 **Globus estratosfèrics.** L'atmosfera terrestre constitueix un filtre per a la major part de la radiació que ens arriba de l'exterior. Se n'ha de sortir per poder realitzar determinades observacions. Les naus espacials són una bona solució, però no l'única. Els globus estratosfèrics, que pugen a altures d'entre 30 i 40 km, són una alternativa menys eficaç, però més econòmica.



Antena de comunicacions a Robledo de Chavela, Madrid.

encara més lluny.

L'estudi del fons de radiació de microones pot donar resposta als grans interrogants sobre el principi i la fi de l'univers: Seguirà expandint-se indefinidament? Quedarà estacionari? O tornarà a contreure's sobre si mateix? De moment els resultats confirmen que l'univers és pla, la qual cosa es refereix no a la seua forma, sinó al fet que s'hi pot aplicar la geome-

tria euclidiana, és a dir, que la distància més curta entre dos punts és la línia recta.¹⁸

P. *En relació a la contracció de l'espai i la matèria, existeix la teoria complementària al Big-Bang per explicar la fi de l'univers, el Big-Crunch, la contracció de tot l'univers en un sol punt...*

R. Sí, però molt abans haurà desaparegut el sistema solar. El Sol es convertirà en una superno-

va, i engolirà els planetes més propers, Mercuri, Venus i la pròpia Terra. Acabarà engolint tot el sistema solar i després es convertirà en una estrella nana roja¹⁹.

P. *I l'origen de la vida?*

R. Bé, la vida, no se sap ben bé què és, ni d'on ha sorgit. No se sap si és un accident i la Terra és l'únic lloc habitat de l'univers, o si per contra hi ha vida pertot arreu i encara no ens hem trobat amb ningú... S'han fet experiments que intenten simular les condicions en les quals va aparèixer la vida a la Terra, i no s'ha arribat a cap conclusió clara²⁰. Ara també hi ha una teoria que diu que la vida va aparèixer a partir d'un cometa que va impactar a la Terra, que va portar les primeres molècules a partir de les quals es va desenvolupar després la vida.... És una teoria que està agafant molta força, teoria de la panspèrmia, es diu²¹.

P. *Parlant d'això, no sé si l'ESA té algun programa SETI (Search of Extraterrestrial Intelligence, Recerca de Vida Intel·ligent Extraterrestre) en marxa, però no deixa de ser un tema sumament atractiu.*

R. No exactament, però sí alguna cosa així. El que passa és que no és un programa SETI coordinat. Hi ha petits projectes dispersos, però cap de gran ara mateix. El que va passar és que als anys setanta, sobretot a causa d'algunes missions de la NASA, es va suscitar un gran interès pel tema. Però

18 Geometria euclidiana a l'univers. La idea fa referència a la infinitat de l'espai. Un debat que es planteja és si és possible o no viatjar en línia recta cap a un punt de l'espai i tornar a aparèixer al mateix lloc molt després. Ho seria si d'alguna manera l'espai estigués "corbat" i existís quelcom que matemàticament té sentit: la quarta dimensió. El concepte és equiparable a la incredulitat que despertava al segle XV la idea d'una Terra rodona, quan el sentit comú indicava que la Terra era plana, i que era impossible que un vaixell que navegàs sempre cap a ponent pogués aparèixer algun dia per llevant. Es teoritzava al respecte des de molt abans, però no va ser una idea comunament acceptada fins a la primera circumnavegació terrestre, portada a terme per Fernao de Magalhaes entre els anys 1519 i 1522.

19 Desaparició del sistema solar. Per als porucs, convé aclarir que es calcula que això passarà d'aquí uns 5.000 milions d'anys.

20 Un d'aquests experiments és l'**experiment de Miller**, de gran ressonància entre la comunitat científica l'any en què el va portar a terme, 1953. Miller va reconstruir les condicions atmosfèriques que hi havia a la Terra fa 4.000 milions d'anys, l'època en què va aparèixer la vida a la Terra, dins un receptacle en el qual va introduir compostos inorgànics: metà, hidrogen, amoníac i aigua. Després d'aplicar calor i electricitat, va trobar que s'havien generat alguns compostos orgànics, com els aminoàcids. Explicat amb paraules més planeres, diguem que, si la vida és una construcció química que s'assembla a una escala, l'experiment va aconseguir, partint de pedres soltes i energia, "fabricar un escaló".

21 La panspèrmia es basa en el fet que s'han trobat compostos orgànics a restes d'impactes de cometes sobre la Terra. Per això són tan interessants investigacions com Rosetta —de la qual ens parlava el senyor Torres al principi de l'entrevista—, que envien sondes a analitzar la composició química de cometes i asteroides. Hi ha una versió més elaborada de la mateixa teoria, basada en la biologia molecular i la genètica, que contempla la possibilitat que alguna civilització extraterrestre molt avançada fos qui hagués utilitzat els cometes i asteroides, com si fossin llavors farcides de material genètic, per "sembrar" la vida a planetes triats per les seues condicions d'habitabilitat.

quan es va descobrir que a Mart no hi havia res²² es va perdre l'interès, es varen cancel·lar molts d'aquests programes actius, es varen denegar tots els fons per a programes SETI nous. Ara el que hi ha, i que potser sí que té un cert èxit, és la possibilitat que la gent interessada en el tema col·labori des de ca seua, analitzant amb el seu PC fragments d'informació que recull per Internet²³.

P. De veritat pot haver-hi vida intel·ligent per allà dalt?

R. Jo pens que sí, que és totalment possible.

P. I per què no l'hem trobat encara?

R. És que l'univers i el temps són molt grans, massa grans, l'univers és vertaderament enorme. Pot haver passat que hi hagi hagut algú i que ja hagi desaparegut, o que desapareguem nosaltres abans que aparegui algú...

P. I si un dia de sobte ens hi topar, què hem de fer?

R. Per això no hem de patir, segur que ja ens ho diran ells, n'estic segur... (Riu.)

P. L'ESA té ara mateix molts projectes d'enginyeria en marxa. Pren part en la ISS, junt amb la NASA i les agències espacials rus-

sa i japonesa, amb el laboratori Columbus Research Lab. També està desenvolupant projectes aeroespacials d'envergadura, com l'ATV (Automated Transfer Vehicle, vehicle robotitzat per portar subministraments a la ISS) i té operatiu des de fa anys el seu propi llançador de satèl·lits artificials, el coet Ariane, que manté i millora constantment. Què li diries a un al·lot o

de Madrid. Enginyeria Aeroespacial talment tan sols l'ofereixen algunes universitats dels Estats Units. Aquí hi ha alguna assignatura relacionada amb l'espai, com Orbitografia i alguna més, però para de comptar. I després, quant a llocs de feina... Sí, a més de l'INTA existeix CASA, Construcciones Aeronáuticas SA, on treballen unes mil sis-cents persones, i també hi ha

L'estudi sobre el fons de radiació de microones pot donar resposta als grans interrogants sobre el principi i la fi de l'univers

al·lota de 15 o 16 anys que et digués que li agradaria ser enginyer aeroespacial?

R. Home, sí. Si li agrada i és prou bo...

P. El que vull dir és que una feina amb futur sí que ho és, no?

R. Sí, sí... El que passa és que l'únic que es pot estudiar que tenguin relació directa amb el que feim a l'INTA és la carrera d'Enginyeria Aeronàutica, a la Politècnica

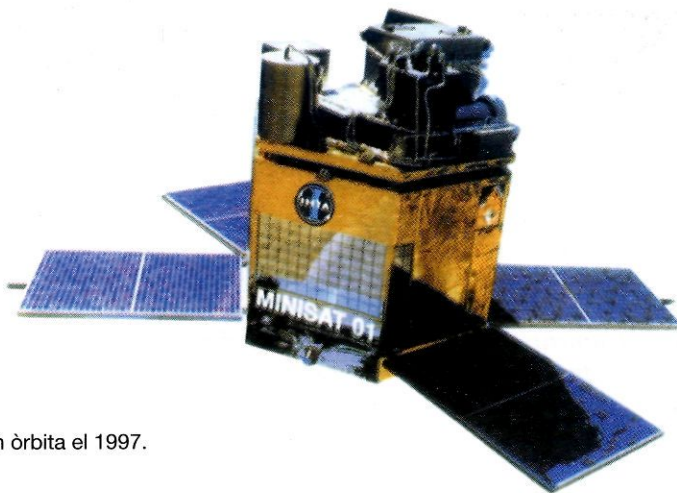
altres companyies més petites. Aquestes empreses de tant en tant desenvolupen algun projecte espacial, però la majoria dels que emprenen tenen més a veure amb l'aeronàutica.

P. I si et digués que vol ser astronauta?

R. Ui! Això sí que és difícil. Els entrenaments als quals se sotmeten són duríssims... D'espanyol, no n'hi ha més que un, en Duque.

22 Mart és un dels planetes més propers a la Terra, i és l'origen d'una rica mitologia. Dos astrònoms de final del segle XIX, G. Schiaparelli i P. Lowell, varen creure observar-hi una xarxa de canalitzacions que, sens dubte, denotaria l'existència de vida intel·ligent. L'any 1898 l'escriptor H. G. Wells va incorporar la figura del "marcià invasor" a l'imaginari col·lectiu amb la seua novel·la *La Guerra dels Móns*. Més endavant, ja descartada l'existència d'aquests canals artificials, es va considerar que, atesa la constitució geològica del planeta, la seua atmosfera i els indicis de l'existència d'aigua, Mart era un dels llocs on podria haver-hi (o haver-hi hagut en el passat) formes de vida semblants, quant a la seua constitució química, a les que existeixen aquí, a la Terra. Per investigar-ho, la NASA va desenvolupar dos projectes marciàns durant la dècada dels 70. El primer va ser el projecte Mariner, un conjunt de sondes espacials que varen cartografiar la superfície de Mart, descobrint, entre altres coses, la muntanya més alta trobada fins ara en el sistema solar, l'Olympus Mons, de 27.000 metres d'altura. El segon projecte va ser el Viking, que va dipositar dos landers sobre la superfície del planeta: el Viking 1, a la Vall Chrise (Vall de l'Or), i el Viking 2, a la vall de la Utopia, l'any 1976. Ambdós enginyers varen realitzar experiments destinats a descobrir molècules orgàniques (les que conformen l'estructura dels éssers vius), però els resultats varen ser massa ambigus. Els altres dos llocs del sistema solar on es donen possibles condicions semblants a les de Mart són Tità, una de les llunes de Saturn, i Europa, una de les llunes de Júpiter, descoberta per l'astrònom italià Galileu Galilei.

23 SETI per Internet. Els programes SETI intenten trobar signes de vida intel·ligent a llocs als quals no és possible enviar-hi sondes espacials a causa de la seua llunyania, fora del nostre sistema solar, fins i tot fora de la Via Làctia. Solen consistir en "escoltes" mitjançant radiotelescopis de les ones de ràdio que provenen de punts concrets de l'espai. La idea és que si aquestes ones no són degudes a l'electricitat estàtica, que genera tan sols remor de fons, sinó que es pot trobar en elles, mitjançant anàlisi computacional, algun tipus de "patró", aleshores és possible que l'origen de l'emissió sigui alguna entitat intel·ligent. Els investigadors SETI que es varen quedar sense fons els anys vuitanta varen promoure la idea de "SETI per Internet" a principi dels noranta, amb la intenció d'aconseguir molta capacitat computacional domèstica per substituir la dels grans ordinadors que ja no estaven a la seua disposició. La mentalitat era que "molts petits junts fan el mateix que un de gran". A la novel·la *Contact*, publicada l'any 1985 per l'astrofísic nord-americà Carl Sagan, el patró que s'imagina que es troba en un senyal de ràdio és una seqüència de nombres primers, una forma matemàtica d'inequívoc origen artificial, provinent de l'estrella Vega, situada a 26 anys llum de la Terra.



Satel·lit Minisat 01, posat en òrbita el 1997.

Han fet propaganda d'en López-Alegría, però aquest no ho és, aquest és americà, és de la NASA. El que passa és que la seua mare és espanyola, crec.²⁴

P. *Fa no gaire temps que Denis Tito, un milionari americà una mica excèntric, va inaugurar el que alguns anomenen "l'era del turisme espacial". És possible que algun dia sigui una cosa quotidiana això d'anar a orbitar un parell de vegades la Terra per plaer?*

R. No, és impossible. Segurament n'hi haurà d'altres, aquest no serà l'últim, però no serà una cosa gaire corrent, serà més aviat un fet excepcional. Les condicions físiques que es demanen a una persona que hagi d'anar a l'espai no les compleix qualsevol. Aquest home, primer li va demanar a la NASA això, però li varen dir que no. Després va anar als russos, i clar, tenen els pressupostos per als programes espacials quasi a zero. Per això, per exemple, varen haver de desmantellar l'estació MIR, allò de què es va parlar tant. I en veu-

re que podien tenir ingressos extres, de seguida varen dir que sí. A aquest home, el que li passa, és que havia set enginyer de la NASA, i després es va fer ric... No va ser treballant com a enginyer que va guanyar tants de sous, sinó després, quan va abandonar la NASA, i es va dedicar a invertir en borsa i es va fer milionari. És cert que el varen obligar a entrenar-se durament i va seguir el programa que li varen demanar al peu de la lletra, però a això no hi està disposat qualsevol. Supòs que ell, després d'haver treballat uns anys en enginyeria aeroespacial ja devia estar mentalitzat.

Sí que hi ha una idea, però, que s'està pensant aplicar a l'enginyeria aeronàutica comercial i que prové de l'espai i podria aprofitar tothom. És el disseny d'un avió que surt de l'òrbita terrestre, i llavors cau, sense arribar a posar-se en òrbita, un salt suborbital en deim nosaltres, com els primers vols espacials que varen fer els americans²⁵, i que pot viatjar a

grans velocitats. No sé si per fer turisme, però es parla d'arribar des de Los Angeles al Japó en dues hores.

P. *Sembla que els anys seixanta, amb el projecte Apollo, l'atenció pública que es prestava a l'astronàutica era immensa. Tothom pendent de la televisió, comprada a posta per veure un home posant el peu sobre la Lluna... De fet, no eren els americans qui hi arribaven, sinó la humanitat. Què s'ha perdut en aquests 40 anys²⁶?*

R. Allò va ser un fet espectacular, el més espectacular que s'ha donat mai en el que són les ciències de l'espai i l'astronàutica. No crec que hi hagi res que pugui acaparar tanta atenció com allò... Ni l'Estació Espacial... No m'ho imagin... A més, la gent ja està acostumada a les notícies sobre l'espai, no com en aquell temps, que era tot nou.

P. *N'has parlat abans, però no m'ho acab de creure. En un futur llunyà, d'aquí a mil o dos mil anys, l'espècie humana viurà a llocs com la Lluna o Mart?*

24 De tota manera, per si algú s'anima, el **Centre d'Entrenament d'Astronautes de l'ESA** és a la ciutat alemanya de Colònia. Per ingressar-hi convé parlar tres o quatre idiomes com a mínim (anglès perfectament), tenir una titulació d'enginyeria o ciències amb expedient impecable (si són dos o tres millor; darrerament es valoren molt les de ciències de la salut), ser un molt bon pilot d'avions de propulsió a raig (és per això que alguns dels astronautes provenen de l'aviació militar), gaudir d'una forma física pràcticament perfecta, i ser capaç d'aguantar, entre d'altres coses, llargues temporades tancat dins espais petits i incòmodes en companyia d'altres astronautes. Per ara, l'ESA no té cap programa espacial tripulat propi, així que els seus astronautes sempre volen en el Shuttle nord-americà o en les llançadores Soyuz russes. Alguna de les missions en què han participat astronautes de l'ESA han set missions científiques desenvolupades en el Shuttle en òrbita (com el cas de Pedro Duque, l'astronauta madrileny), la reparació del telescopi espacial Hubble, el 1993, i el muntatge d'algun dels mòduls de la ISS.

25 **Salt suborbital.** Els primers vols del primer programa espacial tripulat nord-americà, el programa Mercury, efectuats el 1961, varen seguir aquesta trajectòria per motius de seguretat. S'havien experimentat vols orbitals amb animals per descobrir quin efecte podia causar sobre un ésser viu la microgravetat (ximpanzés els americans i cans els russos, amb la famosa "Laika"). Ja se sabia, aleshores, que la microgravetat no causava problemes físics importants, però no s'estava segur de com podia afectar la consciència, ni si l'astronauta seria capaç de comandar la nau correctament durant la maniobra de reentrada a l'atmosfera. Per això, els responsables mèdics dels dos primers vols Mercury varen decidir que, després de l'embranchida inicial, la nau es mantingués un minut escàs en entorn microgravitacional, i tornés a baixar de seguida.

R. No tenc cap dubte que sí, a la llarga sí.

P. *I quina en pot ser la motivació?*

R. Segurament la de buscar una sortida per a la humanitat, la de no quedar-nos tancats aquí... Potser algun dia haurem de sortir... Parlam d'aquí a molt de temps, però segur que serà això: buscar una sortida.

P. *I tornant a girar la vista... Com canvia el concepte de "ca meua" quan el teu objecte d'estudi és el cosmos?*

R. No et desarreles mica, en absolut. Diria que encara et sents més de ca teua fins i tot quan t'enfrontes a l'univers. Hi ha un fet molt significatiu, i és que tots els astronautes comenten sempre que la Terra és preciosa vista des d'allà dalt, és preciosa, però cap d'ells pot evitar intentar localitzar el seu lloc d'origen: el seu continent, la costa, la seua ciutat...

P. *M'agradaria saber què en pensa una persona com tu de la superstició i la "pseudociència" que hi ha en paral·lel a l'estudi dels astres. Quina opinió et mereixen "Vera d'Aquari", els alienígenes que han convertit es Vedrà en una base per a les seues naus, les cartes astrals que prediuen el futur...?*

R. Sí, és cert, és un fet evident que tots els diaris tenen una secció amb l'horòscop, però també és cert que, quan més avança la ciència i el coneixement, més retrocedeixen

aquest tipus de coses. Com a mínim, així hauria de ser.

P. *A Eivissa, per exemple, estic segur que es venen més llibres d'astrologia i esoterisme divers que d'astronomia...*

R. Sí, ja m'ho pens... (*Posa cara de "i què podem fer-hi?"*)

P. *Una pregunta que no puc evitar demanar-te: m'imagín que hauràs llegit Un viatge a la Lluna, de Jules Verne...*

R. (*Riu.*) Sí, clar que sí...

P. *Hi ha qui opina que és aquesta novel·la la que va imaginar quan suposadament va estar a la Mola, i no El far de la fi del món, que és la que sempre s'ha dit...*

R. No ho sé, però sí que és cert que allí hi ha una placa en homenatge a ell.

P. *I va tenir alguna influència en la teua decisió de convertir-te en enginyer, aquesta lectura?*

R. No, no... (*Riu.*); jo ja havia triat el que volia ser, quan la vaig llegir. Encara me'n record com va arribar a les meues mans: em va tocar un premi en un concurs de no sé quina bamba quan estudiava a Alacant, un lot de llibres de Jules Verne, i un d'ells era aquest. Però no va ser fins a més endavant que el vaig llegir, quan ja havia començat la carrera.

P. *I l'última pregunta: és cert que la teua gran afecció és la pintura i que pintes la mar de bé?*

R. Ara ja ho tenc una mica dei-

xat de banda, però sí que és cert, sí que pintava, sí... (*Riu.*) Cada quadre que pintava era una gran polèmica, però. Era una gran polèmica. En tenc un que és una imitació de Goya, *La Família de Carlos IV...* Però el vaig canviar, i en lloc de pintar-lo tal com és, li vaig canviar les cares, i vaig posar-hi la meua família, amb la meua dona i les meues filles. I clar, jo estic al lloc del rei.

P. *És bona aquesta!*

R. Sí, em van els clàssics. També en tenc un altre, aquest a la casa vella dels meus pares, a la Mola, que és una reproducció de *Las Meninas*, però amb les cares de les meues nebodes... Bé de les que tenia en el moment en què el vaig pintar, perquè ara ja en tenc més...■

Astronautix

www.friends-partners.org/mwade/spacefl.htm

(en anglès)

Universe Today

www.universetoday.com/ (en anglès)

NASA, National Aeronautics and

Space Administration:

www.hq.nasa.gov/hq/links.html (en anglès)

ESA, European Space Agency:

www.esa.int/export/esaCP/index.html (en anglès)

INTA, Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica:

www.inta.es (en castellà)

IEEC, Institut d'Estudis Espacials de Catalunya:

www.ieec.fcr.es/catala/index.html (en català)

26 A la segona meitat dels anys seixanta les notícies relacionades amb l'astronàutica ocupaven sovint les portades dels diaris. Era l'època de la guerra freda, i els Estats Units i la Unió Soviètica estaven engrescats en el que s'anomenava "carrera espacial", l'objectiu de la qual era mostrar les bondats de cada sistema polític mitjançant exhibicions de tecnologia punta revestides d'èpica i patriotisme. Els americans tenien el programa de vols tripulats Apollo, de pressupost gegantí, que conclouia els avenços tècnics dels programes Mercury i Gemini. La seua intenció era, segons paraules del president Kennedy, el seu gran impulsor, "dipositar un home sobre la superfície de la Lluna i tornar-lo sa i estalvi". Des de l'any 1957 fins a l'any 1965 els russos, amb els seus programes equivalents Vostok, Voskhod i Soyuz immersos en el més absolut secretisme, anaren per davant, i sempre eren els primers a aconseguir fites concretes: primer satèl·lit artificial (Sputnik I, 1957), primer home en òrbita (Yuri Gagarin, 1961) i primer astronauta a sortir de la seua nau amb un vestit pressuritzat (Alexei Leonov, 1965). Les tornes varen canviar quan els americans varen aconseguir el primer ensamblatge de dues naus en òrbita (missió Gemini 8, 1965), i el primer vol del Soyuz soviètic es va estavellar en tornar a la Terra, causant la primera víctima mortal en un vol espacial (Vladimir Komarov, 1967). Els americans varen confirmar el seu liderat el Nadal de 1968 amb la missió Apollo 8, la primera nau tripulada que va abandonar l'òrbita de la Terra i va circumnavegar la Lluna. Tots aquests episodis, i algun més, varen rebre gran atenció mediàtica. El moment culminant, però, va arribar el 12 de juliol de 1969, quan Neil Armstrong va ser el primer home a caminar sobre la superfície de la Lluna, després de fer allunar el lander tripulat de l'Apollo XI. Va ser un fet tan transcendent que tothom al món occidental que tingui més de quaranta anys recorda on era aquella data, segurament davant d'un televisor. En total, varen ser sis naus Apollo, amb dos tripulants cada una, les que varen allunar. La darrera ho va fer el desembre de 1972. Després, el programa Apollo es va cancel·lar, la NASA va veure el seu pressupost enormement reduït i, passats més de trenta anys, cap altra nau tripulada no ha tornat a allunar.