

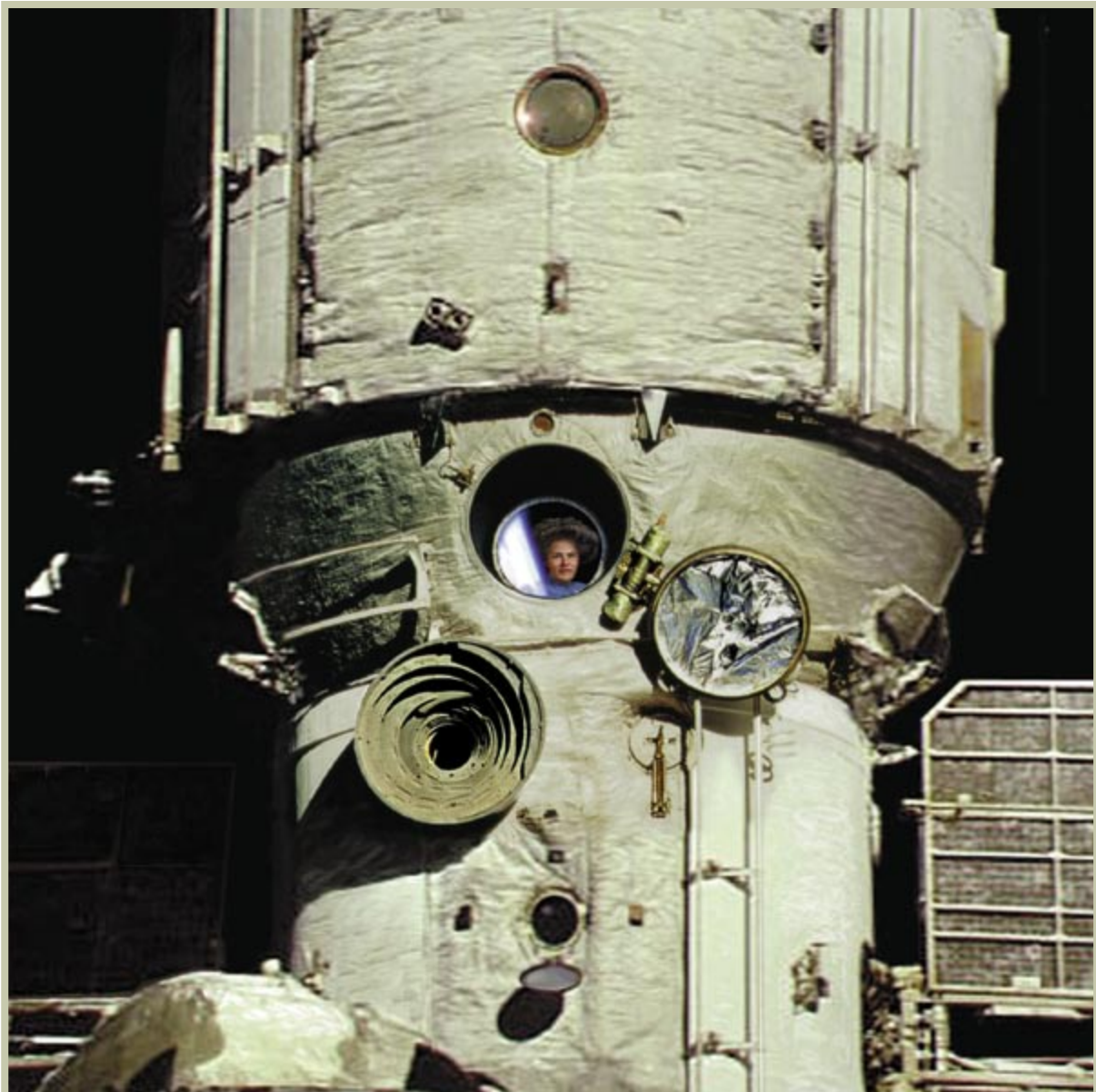
INVESTIGACION *y* CIENCIA

LA LLEGADA DE LA TELEVISION DIGITAL

GENES DE LA DISLEXIA

SINGULARIDAD DE LA GEOMETRIA JAPONESA

Edición española de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**



SEIS MESES EN LA MIR

JULIO 1998
800 PTAS.

6



Seis meses en la Mir

Shannon W. Lucid

“Al menos una vez cada día, a menudo muchas más, flotaba sobre la gran ventana de observación del módulo Kvant 2 de la Mir y me quedaba mirando la Tierra, allá abajo, o las profundidades del universo... Ni una sola vez dejó de conmoverme la majestad de la vista.” Así empieza el relato que Lucid hace de su estancia en la estación espacial rusa.

16



Genética y cognición

Robert Plomin y John C. DeFries

Estudios de hermanos gemelos y adoptados sugieren que alrededor de la mitad de la variabilidad que se observa en la competencia verbal y espacial tiene una base genética. Los autores, tras acotar los genes responsables de esas diferencias, se proponen identificar también los genes implicados en discapacidades cognitivas y en la dislexia.

24



TENDENCIAS EN ECONOMIA

Un cálculo del riesgo

Gary Stix

Wall Street ya no es la morada exclusiva de operadores sagaces, fiados en su intuición. Ahora, físicos y otros expertos en disciplinas exactas están construyendo modelos matemáticos para fijar los precios de opciones e inversiones, buscando eliminar el riesgo de las carteras de valores.

48



LA TELEVISION CAMBIA DE IMAGEN

Un nuevo brillo en las pantallas de televisión

Alan Sobel

La gran resolución que ofrecen las señales vídeo de alta definición podrá apreciarse íntegramente en unas grandes pantallas planas, comparables a una pintura de un metro de diagonal, basadas en la descarga a través de plasma ionizado. La ingeniería tiene ahora que esforzarse por abaratar su precio.

56

Advenimiento de la televisión digital

Jae S. Lim

Medios de comunicación, fabricantes de televisión y organismos estatales de EE.UU. han llegado a un acuerdo final sobre normas aplicables a las próximas emisiones digitales. El autor, participante en el debate, describe modos de mejorar la TV digital y ofrecer más opciones a los espectadores.

62



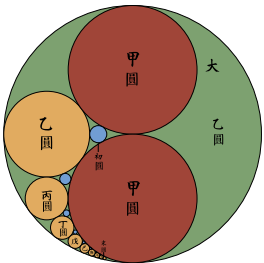
El oncogén *vav*

Piero Crespo, Silvio Gutkind y Xosé R. Bustelo

Relacionados con el control de la división celular se hallan los protooncogenes y los genes supresores de tumores. Para que se desencadene el proceso tumoral, el protooncogén ha de convertirse, mediante una mutación, en oncogén.

Determinada por el oncogén *vav*, la proteína Vav participa en los procesos de transmisión de señales.

72



Geometría en los templos del Japón

Tony Rothman, con la cooperación de Hidetoshi Fukagawa

Durante el período de aislamiento nacional (1639-1854), se produjo en Japón un notable florecimiento de la matemática autóctona, según ponen de manifiesto las tablillas *sangaku*. Todos, fueran campesinos o samuráis, demostraban problemas geométricos y ofrendaban las soluciones a los espíritus. Algunas de éstas, muy sagaces, toman distinta senda que la matemática occidental.

80



El canto de la cigarra

Henry C. Bennet-Clark

El macho de la cigarra australiana es el Hipólito Lázaro del mundo de los insectos: su llamada de cópula suena a unos ensordecedores 100 decibelios.

Los estudios anatómicos y acústicos se han conjugado para demostrar que una criatura de escasos 60 milímetros de longitud puede hacer tanto ruido como un sistema de alarma.

SECCIONES

4 HACE...

86

32 PERFILES



JUEGOS MATEMÁTICOS

¡Qué coincidencia!

34



CIENCIA Y SOCIEDAD

Morfología floral.

88 NEXOS

46 DE CERCA

90 LIBROS

84 TALLER Y LABORATORIO

96 IDEAS APLICADAS



Portada: Recreación artística de Don Dixon

PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES

Página	Fuente
6-7	NASA/Agencia Espacial Rusa
8	Ian Worpole
9-15	NASA/Agencia Espacial Rusa
16-17	David Kampfner/ <i>Gamma Liaison</i>
18-23	Jennifer C. Christiansen
24-25	Bernd Auers
26-27	Bernd Auers (<i>arriba</i>), Chel Dong, fuente: Art Altman (<i>abajo, izquierda</i>) y Chel Dong, fuente: Capital Market Risk Advisors (<i>abajo, derecha</i>)
28	Reimpresión de <i>The Financial Post</i> (<i>arriba</i>), Chel Dong, fuente: Office of the Comptroller of the Currency (<i>abajo</i>)
30	Michael Durland y Mark Engel
46-47	Chris Burke; Pantalla de plasma cortesía de QFTV, INC.
48-51	Slim Films
52	Panasonic Consumer Electronics (<i>arriba</i>), Stanley (<i>centro</i>) y Fujitsu Microelectronics (<i>abajo</i>)
53	Planar (<i>arriba</i>), Doug Peck, PixTech (<i>abajo, izquierda</i>) y Futaba Corporation (<i>abajo, derecha</i>)
54	Edwin H. Remsberg, <i>Gamma Liaison</i>
55	Instituto de Tecnología de Massachusetts
56-59	Slim Films
61-68	Xosé R. Bustelo, Silvio Gutkind y Piero Crespo
70	Bryan Christie, sobre Toshihisa Iwasaki
72-74	Bryan Christie
76-77	Hiroshi Umeoka (<i>fotografías</i>); Bryan Christie (<i>dibujos</i>)
78-79	C. Rentz/Bruce Coleman Inc.
80-81	Patricia J. Wynne
82-83	John Tom Seetin
84	Bryan Christie
85	Bryan Christie (<i>arriba</i>), Dana Burns-Pizer (<i>abajo</i>)
88	Dusan Petricic
96	Steven Senne, <i>AP Photo</i> (<i>fotografía</i>), Laurie Grace (<i>dibujos</i>)

COLABORADORES DE ESTE NUMERO

Asesoramiento y traducción:

Juan Pedro Campos: *Seis meses en la Mir*; Esteban Santiago: *Genética y cognición*; Luis Bou: *Un cálculo del riesgo*, *Geometría en los templos del Japón y Juegos matemáticos*; Xavier Bellés: *El canto de la cigarra*; Angel Garcimartín: *Perfiles*; J. Vilardell: *Hace..., Taller y laboratorio e Ideas aplicadas*; José M.ª Valderas Martínez: *Nexos*

INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR GENERAL Francisco Gracia Guillén

EDICIONES José María Valderas, *director*

ADMINISTRACIÓN Pilar Bronchal, *directora*

PRODUCCIÓN M.ª Cruz Iglesias Capón

Bernat Peso Infante

SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez

EDITA Prensa Científica, S. A. Muntaner, 339 pral. 1.ª – 08021 Barcelona (España)

Teléfono (93) 414 33 44 Telefax (93) 414 54 13

SCIENTIFIC AMERICAN

EDITOR IN CHIEF John Rennie

BOARD OF EDITORS Michelle Press, *Managing Editor*; Philip M. Yam, *News Editor*;

Ricki L. Rusting, Timothy M. Beardsley y Gary Stix, *Associate Editors*;

Carol Ezzell; W. Wayt Gibbs; Alden M. Hayashi; Kristin Leutwyler;

Madhusree Mukerjee; Sasha Nemecek; David A. Schneider;

y Glenn Zorpette

Marguerite Holloway, Steve Mirsky y Paul Wallich, *Contributing Editors*

PRODUCTION Richard Sasso

PUBLISHER Joachim P. Rosler

CHAIRMAN AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER John J. Hanley

SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª
08021 Barcelona (España)
Teléfono (93) 414 33 44
Fax (93) 414 54 13

Precios de suscripción, en pesetas:

	Un año	Dos años
España	8.800	16.000
Extranjero	11.150	20.700

Ejemplares sueltos:

Ordinario: 800 pesetas

Extraordinario: 1.000 pesetas

—El precio de los ejemplares atrasados es el mismo que el de los actuales.

DISTRIBUCION

para España:

MIDESA

Carretera de Irún, km. 13,350
(Variante de Fuencarral)
28049 Madrid Tel. (91) 662 10 00

para los restantes países:

Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.ª – 08021 Barcelona
Teléfono (93) 414 33 44

PUBLICIDAD

GM Publicidad

Francisca Martínez Soriano

Menorca, 8, semisótano, centro, izquierda.

28009 Madrid

Tel. (91) 409 70 45 – Fax (91) 409 70 46

Cataluña y Baleares:

Miguel Munill

Muntaner, 339 pral. 1.ª

08021 Barcelona

Tel. (93) 321 21 14

Fax (93) 414 54 13

Difusión controlada 

Copyright © 1998 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

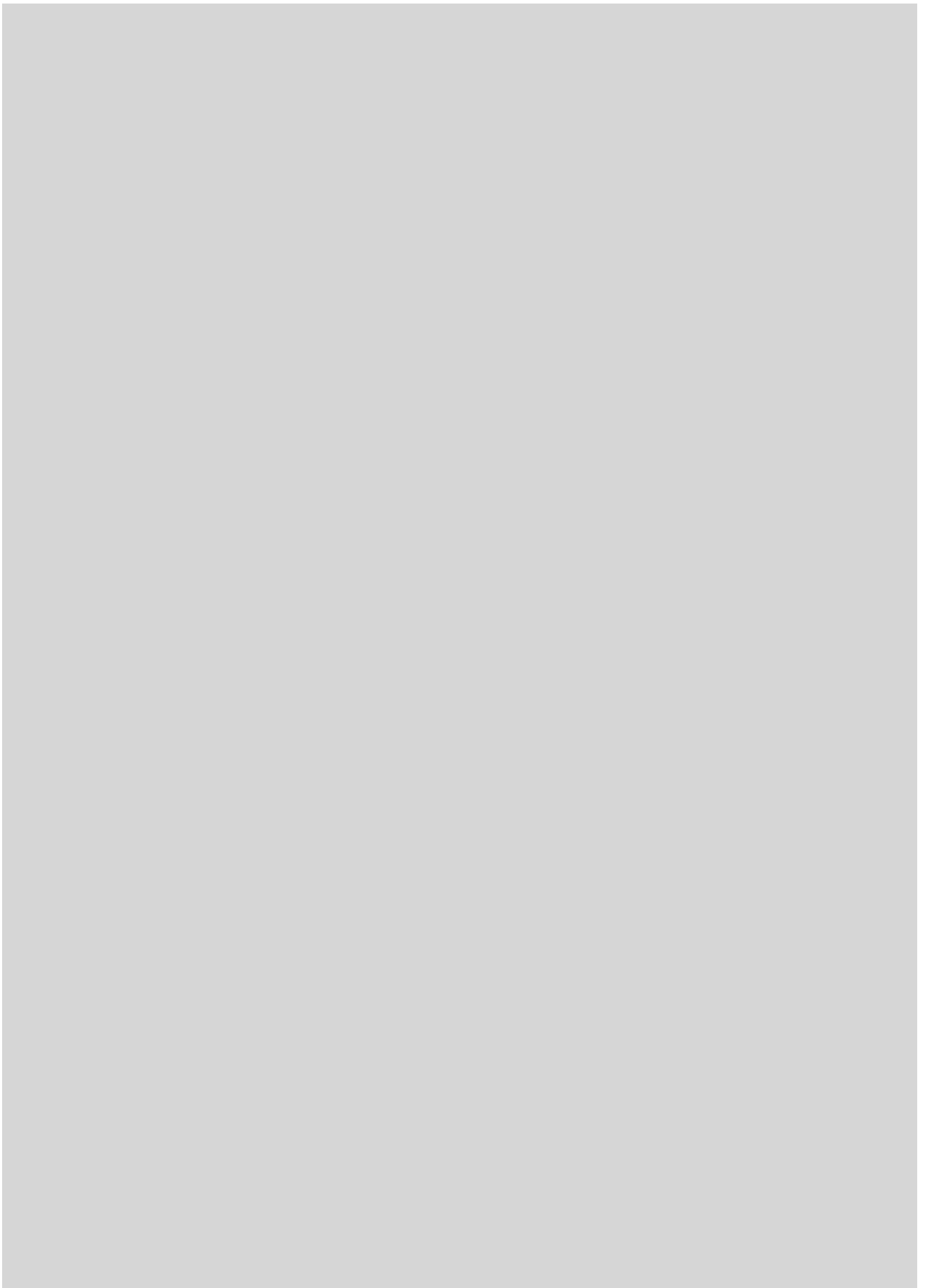
Copyright © 1998 Prensa Científica S. A. Muntaner, 339 pral. 1.ª 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista. El nombre y la marca comercial SCIENTIFIC AMERICAN, así como el logotipo correspondiente, son propiedad exclusiva de Scientific American, Inc., con cuya licencia se utilizan aquí.

ISSN 0210136X Dep. legal: B. 38.999 – 76

Filmación y fotogramas reproducidos por Dos Digital, Zamora, 46-48, 6ª planta, 3ª puerta - 08005 Barcelona
Imprime Rotocayfo, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España



HACE...

...cincuenta años

LA ANTIGÜEDAD DEL HOMBRE. «¿Fue el cejijunto hombre de Neandertal antepasado nuestro por línea directa o fue un desgraciado primo condenado a la extinción? ¿Es *Homo sapiens* un recién llegado a Europa? En agosto pasado se resolvió el misterio, en un apacible pueblo francés del departamento de la Charente, cuando se limpiaron los fragmentos de un cráneo antequísimo; con un cepillo se eliminó la arcilla adherida. Lo más curioso es que se trata de un cráneo de todo punto parecido al nuestro. No presenta ningún rasgo neandertaloide. Su tamaño está dentro de la gama de los cráneos de las hembras actuales: esa mujer podría haberse sentado frente al lector en el metro y éste no se hubiera asustado. Tal vez, pudiera haberle incluso sonreído. La dama de Charente sitúa al hombre sobre el continente europeo hace unos 100.000 años. —Loren Eiseley»

ATOMOS PRIMORDIALES. «Noventa años después de que Edwin Hubble descubriera que las galaxias parecen alejarse unas de otras a unas velocidades fabulosas, el cuadro que presenta la teoría de la expansión del universo (según la cual en un principio toda la materia estaba comprimida en una masa maciza de densidad y temperatura altísimas) nos proporciona las condiciones adecuadas para reunir todos los elementos conocidos en el sistema periódico. Según los cálculos, la formación de los elementos debió de iniciarse cinco minutos después de la máxima compresión del universo. En líneas generales se completó al cabo de unos 10 minutos. —George Gamow»

...cien años

EL MIEDO. «De las 298 clases de objetos de miedo confesados por 1707 personas, el trueno y el rayo encabezan la lista. Pero, ¿hay una razón objetiva para ese miedo? Creemos que no. Como prueba podemos citar estadísticas del Instituto de

Meteorología de EE.UU. Durante los años 1890-93 los muertos por rayo se cifraron en un promedio de 196 por año. Y si nos atenemos a las estadísticas, en Nueva York el peligro de morir por la coza de un caballo es mayor en un 50 por ciento que el morir por un rayo.»

ESPAÑA FRENTE A LAS GUERRILLAS CUBANAS. «Debido a las peculiaridades de la orografía cubana, una fuerza reducida es capaz de mantener acorralada a una fuerza mucho mayor si sigue el método de la guerra de guerrillas adoptado por los insurgentes cubanos contra los soldados españoles. Los ejércitos españoles han sido acosados sin descanso por el enemigo, y como los cubanos no se enfrentan en campo abierto, han dedicado su atención a aislar las distintas partes de la isla para impedir la movilización de grandes cuerpos de tropas insurgentes; a la “reconcentración”, mediante la que esperaban privar de alimentos a las fuerzas cubanas confinando en las ciudades a los campesinos que las avituallaban de comida; y a la protección de las grandes haciendas y plantaciones.»

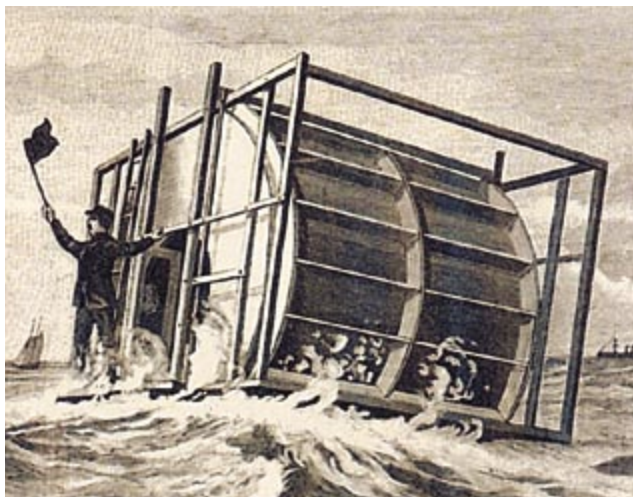
RUEDA, RUEDA, BARQUITO. «En la ilustración vemos la embarcación rodante botada en Bar Harbor (Maine). No sorprenderá a nuestros lectores el enterarse de que el primer viaje acabó en desastre y que tras rodar, o más bien ser juguete del viento, durante una travesía de 15 millas los dos

tripulantes se sintieron aliviados de cambiar su balanceante plataforma por la sólida cubierta de un carguero de altura. La embarcación se componía de un tonel cilíndrico de unos tres metros de diámetro, construido de duelas sujetas con aros a la manera usual en los toneles. El movimiento de rodadura lo recibía a través de un sistema manual de palancas y engranajes y se desplazaba hacia adelante merced a las paletas dispuestas en la periferia del tonel.»

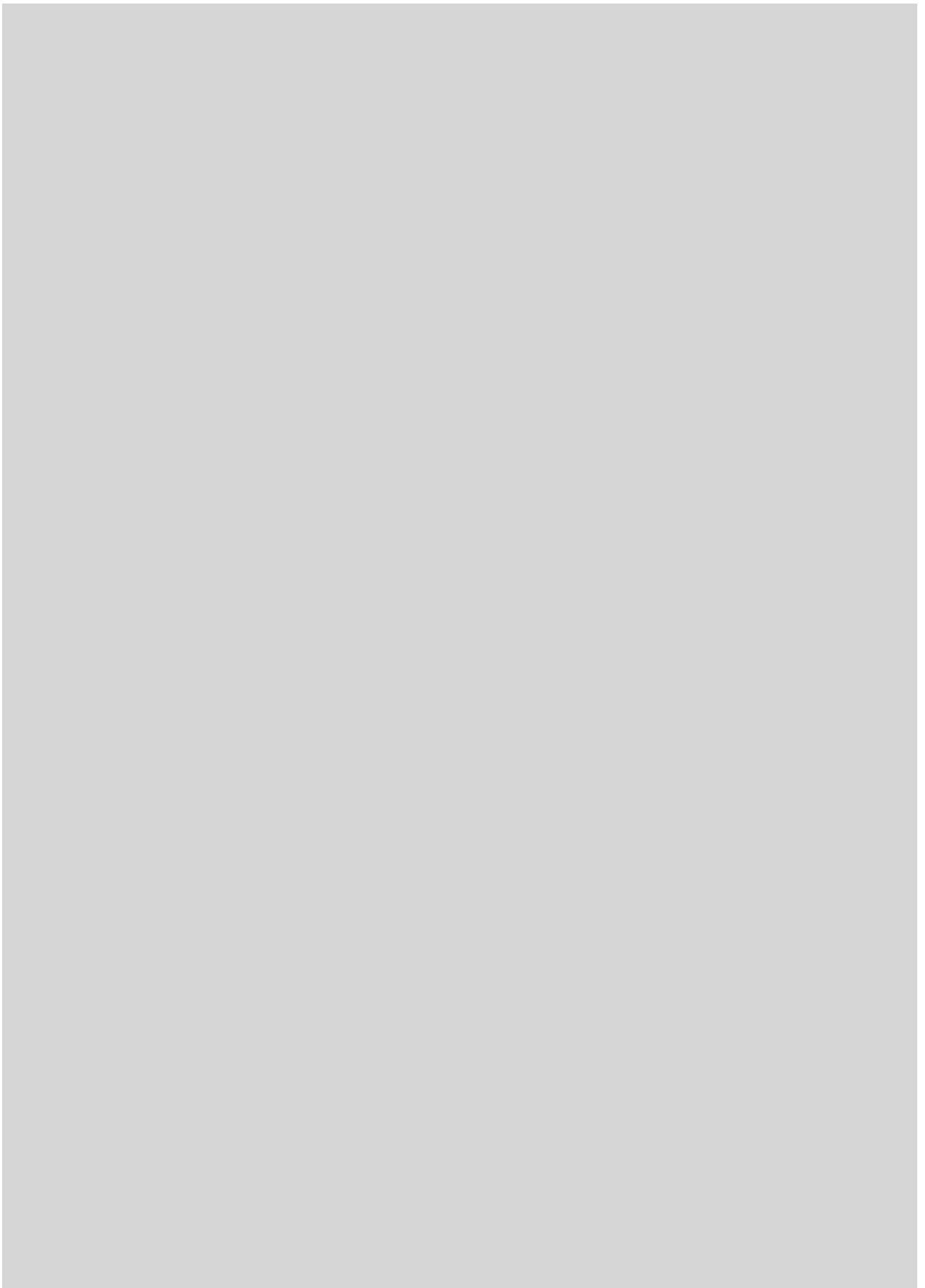
...ciento cincuenta años

SALMÓN DE OREGÓN. «El teniente Howison, de la armada estadounidense, en su informe acerca de Oregon, expone que los salmones entran por la embocadura del río Columbia en mayo y viajan 320 kilómetros aguas arriba. Los salmoncillos salen a la mar en octubre, cuando su tamaño es casi el de un arenque. Esos peces constituyen el medio de subsistencia principal de muchos miles de indios, que viven en los campos regados por el Columbia y sus afluentes y brindan un abasto generoso a los colonos blancos de Oregon.»

VIAJE A BORNEO. «Atravesando una multitud de perplejos yaks nos escoltaron hasta una casa situada en el centro del pueblo. Su estructura era redonda y estaba perfectamente ventilada merced a lumbreras abiertas en su tejado puntiagudo. Ascendimos a la sala superior y nos quedamos estupefactos al descubrir que nos hallábamos en la casa de las cabezas, así la llaman, y que las vigas estaban forradas de cabezas humanas, que pendían de pequeños cuerdas que atravesaban la parte superior de los cráneos. Aquellas cabezas estaban pintadas del modo más fantástico y espantoso. Sin embargo, la primera impresión ocasionada por tan insólita visión se disipó enseguida y conseguimos celebrar una excelente comida en compañía de aquellos caballeros. Frank Marryat» [Extractado de Borneo y el Archipiélago indio, por Frank Marryat, Londres, 1848.]



Marinero con su embarcación rodante





1. SHANNON W. LUCID a bordo de la estación espacial Mir. Su misión en la plataforma duró seis meses.

Seis meses en la Mir

Ahora que el programa Transbordador-Mir se acerca a su fin, una veterana astronauta de la NASA analiza su misión a bordo de la plataforma rusa y sugiere qué enseñanzas pueden extraerse para la Estación Espacial Internacional

Shannon W. Lucid

Al menos una vez cada día, a menudo muchas más, flotaba sobre la gran ventana de observación del módulo Kvant 2 de la Mir y me quedaba mirando la Tierra, allá abajo, o las profundidades del universo. Así durante seis meses. Ni una sola vez dejó de conmoverme la majestad de la vista. Pero, si soy sincera, lo más asombroso era que yo, niña en los días precursores del Sputnik, cuando la guerra fría, allá por los años cincuenta, estuviese ahora ahí, en una estación espacial rusa. De pequeña perseguía por la pradera del Panhandle texano ramitas de amaranto arrastradas por el viento. Ahora estaba en un vehículo que casi parecía una ramita cósmica y trabajaba y departía con dos rusos: un oficial de las fuerzas aéreas y un ingeniero. Hace diez años, la historia hubiera sido un capítulo exclusivo de ciencia ficción.

Las agencias espaciales estadounidense y rusa empezaron a principios de los setenta a considerar la posibilidad de una permanencia prolongada en el espacio. Tras el fin de la tercera misión del Skylab en 1974, el programa americano se centró en los vuelos de los transbordadores espaciales. Muy cortos. Pero los rusos seguían dilatando el tiempo que sus astronautas pasaban en órbita, primero en la estación espacial Salyut y luego en la Mir, que significa en ruso “paz”. A principios de los noventa, acabada la guerra fría, parecía de lo más natural que los Estados Unidos y Rusia cooperasen en la nueva era de la exploración espacial, la construcción de la Estación Internacional. Los rusos se incorporaron al consorcio —al que pertenecen también las agencias espaciales europea, japonesa, canadiense y brasileña— en 1993.

SHANNON W. LUCID es astronauta del Centro Espacial Johnson de la NASA en Houston. Ha participado en cinco vuelos espaciales, entre ellos su misión en la Mir, y suma en total 223 días en órbita.

La primera fase de este proyecto conjunto fue el programa Transbordador-Mir. La NASA planeó una serie de misiones del transbordador para enviar astronautas americanos a la estación rusa; estarían en la Mir unos cuatro meses y realizarían experimentos científicos muy diversos, sujetos a una exigente revisión de expertos. El transbordador espacial atracaría periódicamente en la Mir para el relevo de la tripulación y descargar suministros. Aparte de los objetivos científicos, la NASA quería aprender a trabajar con los rusos, ganar experiencia en vuelos espaciales largos y reducir los riesgos que supondrá la construcción de la Estación Espacial Internacional. Norm Thagard fue el primer astronauta americano que vivió en la Mir. Conmigo empezó —ocho meses después de que terminase la misión de Thagard— una ininterrumpida presencia estadounidense en el espacio que ha durado más de dos años.

Mi participación en el proyecto se remonta a 1994. Hacía ya quince años que era astronauta de la NASA y había volado en cuatro misiones del transbordador. A última hora de la tarde de un viernes me llamó por teléfono mi superior, Robert “Hoot” Gibson, jefe de la oficina de astronautas de la NASA. Me preguntó si estaba interesada en estudiar ruso a jornada completa, por si tenía que entrenarme en Rusia para ir a la Mir. Mi respuesta inmediata fue que sí. Hoot templó mi entusiasmo diciéndome que sólo se me apuntaba a estudiar ruso, y eso no quería decir necesariamente que fuese a ir a Rusia y mucho menos que volase en la Mir.

Colgué el teléfono y por un momento encaré las cosas como eran. Faltaba menos de año y medio para la misión en la quizá me embarcase. En ese plazo tendría que aprender una nueva lengua, no sólo para comunicarme con mis compañeros de tripulación, sino también para entrenarme en Rusia. Tendría que aprender los sistemas y las operaciones de la Mir y la Soyuz, la nave “de línea” que une la Tierra con la estación espacial. Yo viajaría en el transbordador espacial; no podía, pues, perder la costumbre de la nave americana y debería, además, dominar la serie de experimentos que realizaría en órbita.

¿Por qué me atraía la Mir? ¿Por qué se unían tantos países para construir una nueva estación espacial? Sin duda, por la investigación en el espacio. La gravedad influye en todos los experimentos que se hacen en la Tierra, menos los de las torres de caída libre o los aviones de vuelo parabólico. Pero en una estación espacial se pueden llevar a cabo investigaciones largas sin apenas

peso, en un entorno microgravitatorio. Y la experiencia que se gana con una presencia humana continua en el espacio ayudará a que sepamos qué hará falta en los vuelos tripulados a otros planetas.

Desde un punto de vista, la misión Mir era una oportunidad perfecta para combinar dos de mis pasiones: volar en avión y el trabajo de laboratorio. Recibí mi licencia privada de piloto a los 20 años. No he dejado de volar desde entonces. Y antes de hacerme astronauta me doctoré en bioquímica por la Universidad de Oklahoma en 1973. Para una científica a la que le gusta volar, ¿podría haber algo más emocionante que trabajar en un laboratorio que da vueltas a la Tierra a 27.000 kilómetros por hora?

Llevaba tres meses de estudio intensivo del idioma cuando dieron el visto bueno para trasladarme a la Ciudad de las Estrellas, el centro de formación de astronautas cercano a Moscú. Llegué allí en enero de 1995, en pleno invierno ruso. Me levantaba cada mañana a las cinco para estudiar. Mientras iba a clase no dejaba de pensar en que un paso en falso sobre el hielo podría acabar con una pierna rota y el fin de mi sueño de volar en la Mir. Me pasaba la mayor parte del día en las aulas, asistiendo a clases sobre los sistemas de la Mir y la Soyuz, en ruso todas, ni que decir tiene. Por la noche seguía estudiando la lengua y viéndomelas y deseándomelas con manuales escritos en un ruso técnico. A medianoche caía rendida en la cama.

Nunca en mi vida he trabajado tanto como ese año. Acabar mis estudios universitarios con unos críos que casi no sabían ni andar fue en comparación un juego de niños. (Ahora mis tres hijos ya eran mayores y mi marido podía visitarme en Rusia.) Por fin, en febrero de 1996, pasados todos los exámenes médicos y técnicos requeridos, la comisión espacial rusa me admitió para integrarme en la tripulación de la Mir. Viajé

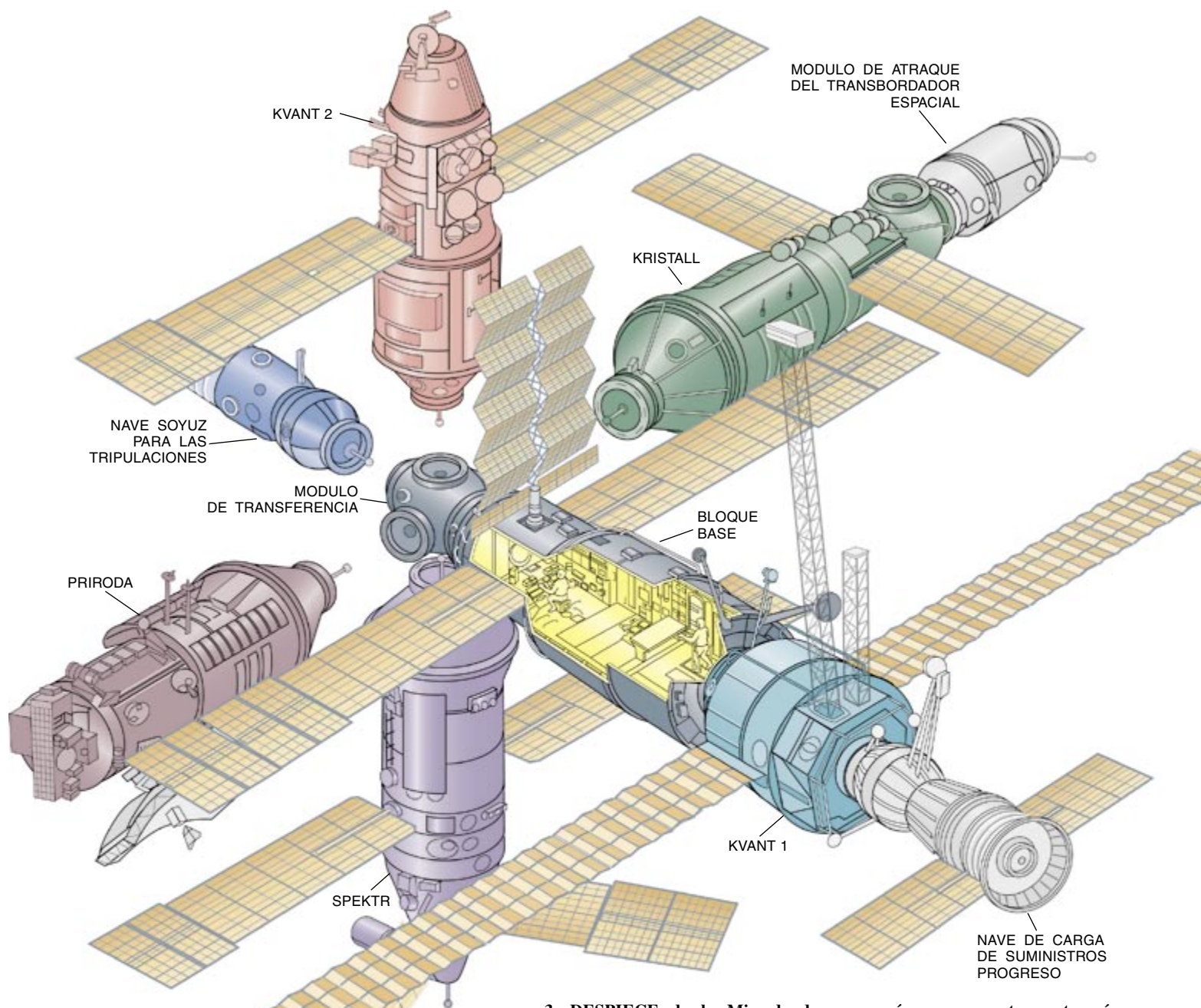
a Baikonur, Kazajistán, a ver el lanzamiento de la Soyuz que llevaba a la Mir a mis compañeros de tripulación, un militar y un civil: el comandante Yuri Onufriyenko, oficial de las fuerzas aéreas, y el ingeniero de vuelo Yuri Usachev. Volví entonces a los Estados Unidos para entrenarme durante tres semanas con la tripulación de la misión STS-76 del transbordador. El 22 de marzo de 1996 despegamos del Centro Espacial Kennedy en el transbordador *Atlantis*. Tres días después atracaba en la Mir y yo me incorporaba oficialmente a la tripulación de la estación espacial; según lo proyectado mi estancia iba a ser de cuatro meses y medio.

La vida en la microgravedad

Dedicué mis primeros días en la Mir a conocer a Onufriyenko y Usachev —hablábamos sólo en ruso— y las cosas de allí. El diseño de la Mir es modular. Se construyó por etapas. La primera parte, el Bloque Base, se lanzó en febrero de 1986. En un extremo tiene conectado Kvant 1, que se lanzó en 1987,



2. LUCID FLOTA LIBREMENTE en el Bloque Base de la Mir y posa para una foto patriótica tomada por uno de los cosmonautas el 4 de julio de 1996.



3. DESPIECE de la Mir, donde se ve cómo se conectan entre sí los módulos de la estación espacial. Dentro del Bloque Base está el puesto de mando, uno de los andadores y la mesa en la que comía la tripulación.

y en el otro el módulo de transferencia, que hace lo que un pasillo en una casa, sólo que en vez de ser un corredor con puertas es una bola con seis trampillas. Kvant 2 (1989), Kristall (1990) y Spektr (1995) están atracados en ellas. Durante mi estancia los rusos lanzaron Priroda, el último módulo de la estación espacial, y lo conectaron al módulo de transferencia. Priroda contenía el laboratorio donde realicé casi todos mis experimentos. Guardaba mis pertenencias y dormía cada noche en Spektr. No tardaba mucho en llegar al trabajo: unos segundos nada más. Flotaba de un módulo al otro.

Los dos cosmonautas dormían en unos cubículos del Bloque Base. Casi todas las mañanas el despertador sonaba a las ocho. (Mir lleva la hora de Moscú, lo mismo que el control ruso de la misión en Korolev.) En unos 20 minutos estábamos vestidos y listos para una nueva jornada. Empezábamos por calarnos los cascos y

el micrófono para hablar con el control de la misión. A diferencia del transbordador espacial, que transmite los mensajes por medio de un par de satélites de comunicación, Mir no está en contacto permanente con tierra. Los astronautas sólo pueden hablar con el control de la misión cuando la estación espacial pasa sobre uno de los centros rusos de comunicación en tierra. Por cada órbita hay uno de estos “pases” —cada 90 minutos más o menos— y vienen a durar unos 10 minutos. El comandante Onufriyenko quería que estuviésemos todos “al aparato” cada vez que se podía comunicar, por si nos querían decir algo desde tierra. Este hábito nos permitía determinadas pausas a lo largo del día. Nos reuníamos en el Bloque Base y antes y después de hablar con la misión de control departíamos un rato.

Tras el primer pase del día desayunábamos. Comíamos siempre juntos, flotando alrededor de una mesa del

Bloque Base. Antes del vuelo creía que el menú repetido me quitaría el apetito; mas, para mi sorpresa, tenía hambre en cada comida. Tomábamos alimentos deshidratados rusos y americanos, que reconstituíamos con agua caliente. Experimentábamos mezclando los contenidos de los recipientes para crear nuevos sabores. Cada uno tenía sus mezclas favoritas que recomendaba a los demás. Me gustaba tomar en el desayuno un sobre de sopa rusa —por lo usual *borscht* o de verduras— y zumo. Me gustaba almorzar o cenar cazuelas rusas de carne y patatas. A los rusos les encantaba la mayonesa americana; la ponían a casi todo.

Nuestras actividades diarias estaban detalladas en un horario que los rusos llamaban Formulario 24. Los cosmonautas se pasaban la mayor parte del día cuidando los sistemas de la Mir, mientras yo me encargaba de los experimentos de la NASA. Teníamos que hacer ejercicio todos los días para que no se nos atrofiaran los músculos en el entorno ingravido. Solíamos ejercitarnos justo antes del almuerzo. En la Mir hay dos andadores mecánicos —uno en el Bloque Base, el otro en el módulo Kristall— y bajo una plancha del suelo del Bloque Base se guarda una bicicleta ergométrica. Seguíamos tres programas de ejercicio preparados por fisiólogos rusos; cada día hacíamos uno diferente, y repetíamos el ciclo. Cada programa nos llevaba unos 45 minutos; alternaban períodos de correr en el andador con ejercicios en los que tirábamos de cuerdas elásticas para simular las fuerzas gravitatorias que allí no sentíamos. Hacia el final de mi estancia en la Mir me pareció que tenía que hacer más ejercicio, y terminado el establecido corría unos kilómetros más en el andador.

De la vida en la Mir lo que menos me gustaba era el ejercicio diario. Era muy duro. Tenía que ponerme un arnés y atarlo con correas elásticas al andador. Para mantenerme unida al aparato debía tirar del correaje. Con un poco de práctica aprendí a correr. Además, me aburría sobremanera. El andador era tan ruidoso, que no podías conversar. Para distraerme me ponía el Walkman mientras corría, pero enseguida me di cuenta de que había cometido un gran error antes del vuelo. Había traído muy pocas cintas de música rápida. Por suerte había una gran colección en la Mir. En los seis meses de mi estancia las fui escuchando casi todas.

Acabados los ejercicios solíamos gozar de un largo almuerzo y volvíamos a trabajar. Muchas veces parábamos avanzada la tarde para tomar té. Cenábamos juntos. Para entonces habíamos terminado ya todas las actividades que nos asignaba el

Fuegos en caída libre

Howard D. Ross

En la Tierra la gravedad moldea las llamas. Los gases calientes suben y crean una corriente ascendente que aporta oxígeno al fuego. Pero ni en la Mir ni en el transbordador espacial hay corrientes ascendentes. Los fuegos obtienen oxígeno de la difusión —la lenta deriva de las moléculas por el aire— o de corrientes de aire generadas por ventiladores. El Centro de Investigación Lewis de la NASA ha dirigido unos experimentos encaminados a determinar la propagación de las llamas en un entorno microgravitatorio. Nuestra investigación ha arrojado luz sobre la física de la combustión y gracias a ella puede la NASA establecer mejor los riesgos de incendio en una nave espacial.

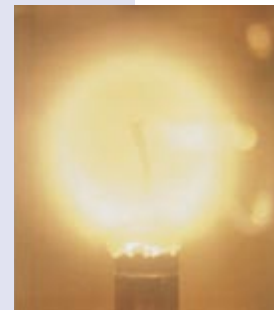
¿Ardería una vela en microgravedad? Shannon Lucid encendió velas de varios tamaños en una cámara construida por la NASA para aislar el experimento de la atmósfera de la estación espacial; lo hacía tocando las mechas con un anillo de alambre calentado por una corriente eléctrica. Inmediatamente tras cada ignición la llama de todas las velas era semiesférica, con un brillante núcleo central amarillo. Como iba llegando menos oxígeno a la llama la cera se consumía casi cinco veces más despacio que en tierra. Pero la carencia de una corriente ascendente de aire aumentaba la conducción descendente de calor, hacia la vela, y en dos minutos se derretía entera. El fuego, sin embargo, no se extinguía; la tensión superficial mantenía la bola turbulenta de cera líquida unida a la mecha y al candelero.

Una vela que ardería unos 10 minutos en tierra alumbraba durante 45 en la Mir. Tras la ignición, pasados de 4 a 10 minutos, las llamas, demasiado frías para crear un hollín amarillo y luminoso, se volvían azules (a). Eran tan débiles, que las cámaras de vídeo de la estación espacial carecían de sensibilidad para grabarlas, ni siquiera cuando se apagaban las luces de la cámara de combustión. Lucid observó el interior y registró los resultados con fotos fijas y apuntes sobre la marcha. Al extinguirse el fuego, le esperaba la mayor sorpresa. Cuando encendió las luces de la cámara vio que una gran nube esférica rodeaba la mecha (b). Creemos que contenía gotas de cera condensadas en el aire más frío. Este fenómeno proporcionó una lección útil para la extinción de incendios en una nave espacial: aunque el fuego esté apagado, puede que de su fuente sigan manando materiales inflamables.

Los astronautas de la Mir y del transbordador espacial han estudiado también la combustión de plásticos y celulosas, y medido a qué velocidad se extienden las llamas con distintas corrientes de aire. En un entorno donde el aire esté en calma, la mayoría de los materiales arde más despacio con microgravedad que en tierra. Pero si hay una corriente lenta de aire —de 5 a 20 centímetros por segundo— algunos materiales se vuelven más inflamables. Una hoja de papel, por ejemplo, sometida a una corriente lenta de aire se quemará un 20 por ciento más deprisa en microgravedad que en tierra. Este resultado aporta otra lección de seguridad espacial: la primera línea de defensa contra el fuego es aquietar el aire apagando los sistemas de ventilación.

Otros experimentos se centraron en los fuegos de chorros de gas, en la combustión de gotas de combustible, en las mezclas de hidrógeno y aire y en los hollines producidos, en microgravedad, por los fuegos. La Estación Espacial Internacional tendrá una cámara de combustión completamente equipada que permitirá el progreso de estos estudios.

HOWARD D. ROSS dirige el programa de investigación de la División de Ciencia Microgravitatoria del Centro de Investigación Lewis de la NASA en Cleveland.



Formulario 24, pero quedaban las tareas domésticas: recoger la basura, organizar la despensa, limpiar el agua que se había condensado en las superficies frías. Las sobras son un problema en la Mir. Tras descargar los nuevos suministros de la nave no tripulada Progreso, que atracaba en la estación cada pocas semanas, poníamos los residuos humanos y la basura en los vehículos vacíos, que se quemaban al reentrar en la atmósfera. Pero no solía quedar sitio en la Progreso para los muchos elementos del instrumental científico que ya no valían.

Tras la cena, el control de la misión nos mandaba por el teleprinter el Formulario 24 del día siguiente. Si había tiempo, tomábamos té y unas golosinas —pastas o dulces— antes del último pase del día, por lo normal entre las 10 y las 11 de la noche. Nos despedíamos y nos retirábamos a nuestros cubiles. Flotaba hasta Spektr, abría mi saco de dormir y lo enganchaba a una barandilla. Solía dedicar un tiempo a leer y a escribir en mi ordenador cartas a casa (las enviábamos a los controladores de tierra por radio y ellos las remitían a mi familia por correo electrónico). A medianoche apagaba la luz y flotaba hacia mi saco de dormir. Dormía a pierna suelta hasta que a la mañana sonaba el despertador.

Huevos de codorniz y trigo enano

Rara vez cambiaba nuestra rutina en la Mir. Sin embargo, los días no resultaban monótonos. Vivía el sueño de un científico. Tenía mi propio laboratorio y trabajaba por mi cuenta buena parte del día. Antes de que un experimento me aburriese, había que empezar otro, con un instrumental distinto y de un campo diferente. Comentaba mi trabajo al menos una vez al día con Bill Gerstenmaier, el director de vuelo de la NASA, o con Gaylen Johnson, el médico de vuelo en jefe de la NASA, los dos en el control ruso de la misión. Coordinaban mis actividades con los investigadores principales, los científicos estadounidenses y canadienses que habían propuesto y diseñado los experimentos. Muchas veces, cuando yo acometía un experimento, Gerstenmaier hacía que los



4. LO PEOR de la vida en la Mir: tener que correr todos los días en un andador mecánico (arriba a la izquierda). Los controles principales de la estación espacial están en el puesto de mando del Bloque Base (arriba a la derecha). El cosmonauta Yuri Usachev se ganó un postre de gelatina por

