

Prólogo de Pedro Duque



un paseo por el **espacio**

COMISIÓN

proespacio

de TEDAE



Un paseo por
el **espacio**

*“Por naturaleza, el ser humano se estira, camina,
ve y comprende. En realidad, la exploración no es
una elección, sino un imperativo.”*

Michael Collins,

astronauta en las misiones Gemini y Apollo

Coordinadores: Marcia Arizaga, Ismael Gómez,
J. Francisco Lechón y Oihana Casas

Colaboradores:

- Pedro J. Schoch
- Juan L. Sánchez
- Iñaki Latasa
- Laura Cardona
- Francesc Gallart
- Javier Martínez
- Ricardo Díaz
- Juan Francisco Nebrera
- Antonio Tovar
- Germán Lasa
- Ismael López
- Alejandro Miranda
- Marco Caparrini
- Araceli Serrano
- Javier Ventura-Traveset

Creación, diseño y realización:

Expomark, Diseño y Producción "www.expomark.es"

Director de arte: Ismael Sánchez de la Blanca

Maquetación: Raquel Arroyo, Isidro Sánchez,
Rosana Apruzzese

Ilustración y modelado 3D: Conce Herreros

Escritor: Manuel Montes

© 2012 Comisión Proespacio de TEDAE

Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa,
Aeronáutica y Espacio

ISBN: 978-84-695-4822-6

Depósito Legal: M-33183-2012

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación se puede reproducir, almacenar o transmitir por ningún medio y en ninguna forma electrónica, mecánica, fotocopia, registro, etc., sin el consentimiento escrito previo de los propietarios del Copyright.

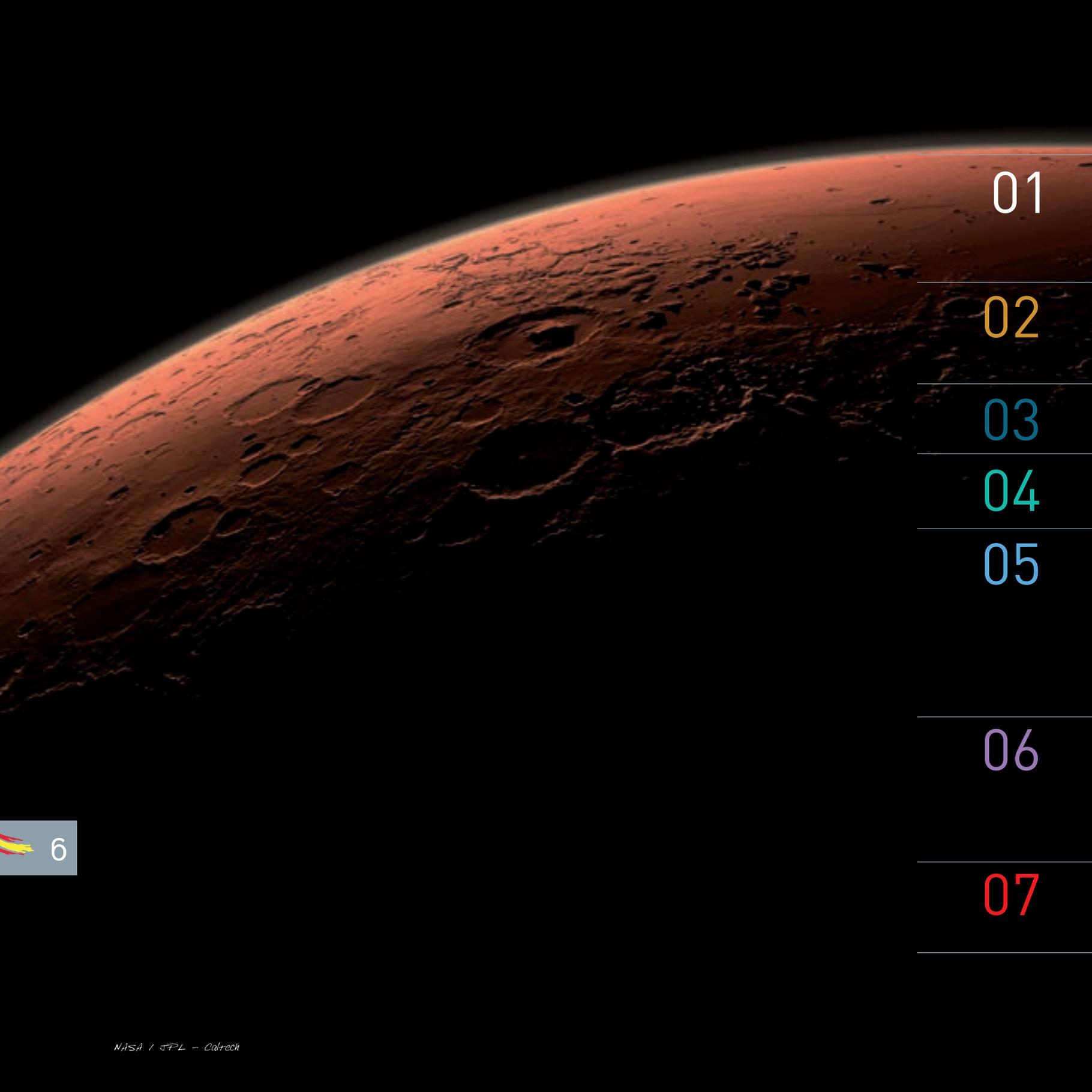
*La edición de este libro ha sido posible gracias a la motivación y el esfuerzo
de la industria espacial española.*



Crisa



Colabora:  **esa**



01

02

03

04

05

06

07

	Prólogo de Pedro Duque	8
	Introducción	10
¿Qué?	¿Qué es la astronáutica?	12
	¿Qué es un cohete?	14
	¿Qué es un vehículo espacial?	18
	¿Qué es el segmento terreno?	24
¿Cómo?	¿Cómo funciona un motor cohete?	28
	¿Cómo es un lanzamiento?	36
	¿Cómo nos movemos por el espacio?	40
¿Dónde?	El medio ambiente espacial	44
¿Por qué?	El Espacio, un escenario privilegiado	50
	Aplicaciones	52
¿Quién?	El factor humano	70
	De profesión: Astronauta	72
	El entrenamiento	74
	Naves tripuladas	76
	Los paseos espaciales	82
	Trabajar en el espacio	84
	La ESA: nuestra agencia espacial	86
¿Cuánto?	Lo que cuesta explorar y volar al espacio	90
	¿Cuánto cuesta?	92
	¿Es rentable?	94
	Los beneficios	96
	Transferencia	98
¿Cuándo?	España en el espacio	100
	Principales Hitos Españoles en el Espacio	102
	Glosario	104
	Los autores del libro	106
	Recorta y aprende	108
	El escritor	116



P R Ó L O G O

Pedro Duque

**ASTRONAUTA DE LA AGENCIA
ESPACIAL EUROPEA**

El espacio, las naves espaciales y, sobre todo, los viajes espaciales son temas que inspiran la imaginación de todos y, muy especialmente, de los niños y jóvenes. Reúne múltiples factores: la más avanzada tecnología posible, indistinguible a veces de la magia, como decía Arthur Clarke; la fascinación por el conocimiento, por descubrir las pautas que sigue la naturaleza y las reglas por las que funciona todo; y la fascinación por explorar, por ir más allá, por tener noticias de los más lejanos lugares y por imaginarnos que, quizá, un día iremos allí nosotros mismos.

El presente libro es el fruto de un gran esfuerzo: el de preguntar al que mucho sabe, al que conoce el detalle, y presentar la respuesta de manera que sea comprensible para todos. Tiene una particularidad especial: está dirigido por los ingenieros, los técnicos y los científicos que en España participan en la conquista del espacio, que han aportado sus contribuciones. Cuenta además con el apoyo de nuestra agencia, la ESA, la Agencia Europea del Espacio. Todo eso le da una garantía de rigor difícil de conseguir.

No tengo duda de que este libro, por sí solo, inspirará a miles de niñas y niños; querrán saber más, preguntarán sobre estos temas en clase y quizás se dedicarán luego, en su vida, a estudiar ciencia y tecnología y después a trabajar, codo con codo, en nuevos inventos y nuevos logros.

Chavales: saber, entender y crear es lo más divertido del mundo. Necesitamos gente despierta para seguir avanzando y divertirnos todos aún más.

Pedro Duque



**¡EL HOMBRE
Y SUS MÁQUINAS
HAN RETADO
LA INMENSIDAD
DEL ESPACIO!!**



introducción

El afán del Hombre por explorar le ha llevado a escalar las montañas más altas, a descender a los océanos más profundos y a visitar los más recónditos lugares de nuestro planeta. Para conseguirlo se ha rodeado de herramientas y de vehículos, de tecnología que le ha permitido superar sus limitaciones físicas. Hemos construido barcos y submarinos, automóviles y trenes. Y también aviones, aparatos que nos han dejado viajar por el aire y ver nuestro mundo desde una perspectiva única.

La aeronáutica experimentó un desarrollo extraordinario durante la primera mitad del siglo XX. Produjo aviones cada vez más grandes, más veloces, capaces de volar más alto. Pero todo tiene un límite: cuando la atmósfera se vuelve demasiado escasa, deja de sernos útil. Es como si la Tierra se negara a dejarnos escapar de ella.

Por fortuna, apareció una nueva ciencia que nos llevó más lejos.

la astronáutica

la ciencia de la navegación entre los astros

En este libro aprenderemos cómo se realizan los viajes al espacio y responderemos a las múltiples preguntas que cualquiera puede hacerse sobre cómo son y cómo funcionan las máquinas que los hacen posibles. También conoceremos la formación y el entrenamiento de los astronautas que trabajan para hacer realidad la exploración del Cosmos.

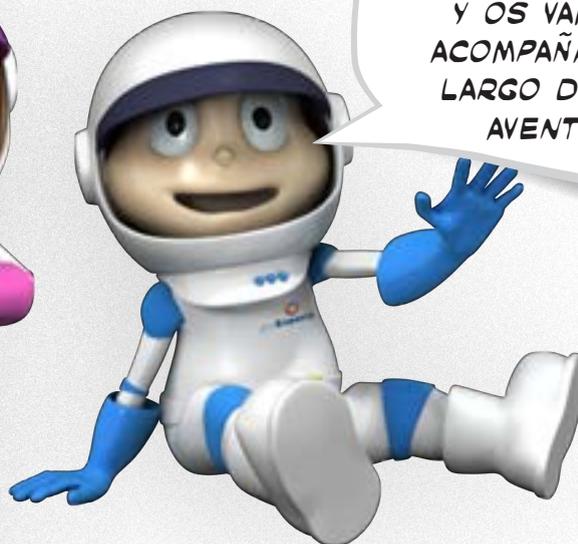
A close-up photograph of an astronaut in a white space suit floating in space. The astronaut's helmet is open, revealing the interior of the helmet and the reflection of the astronaut's face. The background shows the Earth's blue sky and white clouds. The astronaut's suit has a red stripe on the shoulder and a patch on the chest. The helmet has a circular opening and a small camera lens.

¿Sabías que...?

Cuando se consiguió
traspasar la
atmósfera de la
Tierra, comenzó
la era espacial

Foto: NASA

01



¡HOLA!
SOMOS BEPI Y BEPO
Y OS VAMOS A
ACOMPañAR A LO
LARGO DE ESTA
AVENTURA

¿qué es la astronáutica?

La astronáutica es la ciencia que, amalgama de otras muchas, nació para poner a nuestra disposición los conocimientos y herramientas necesarios para hacer realidad un sueño largamente acariciado por la Humanidad: el viaje al espacio, la Luna y los planetas. En otras palabras, surcar el Cosmos, un entorno hostil donde falta el aire y las distancias son un desafío.

Se puede decir que la astronáutica, también llamada cosmonáutica, es un gran paso adelante respecto a la aeronáutica. Ha logrado desarrollar vehículos tan sofisticados que pueden funcionar (en la medida de lo posible) con independencia de los recursos terrestres. Satélites, sondas y naves tripuladas transportan todo lo necesario para moverse y sobrevivir, como un sistema

de propulsión para alcanzar la velocidad requerida, una estructura capaz de resistir las variaciones térmicas y de radiación del espacio, elementos para navegar a través de él con precisión e incluso para mantener a un ser vivo en su interior, a pesar de las aceleraciones, los micro-meteoritos y otros inconvenientes.

Estamos refiriéndonos, por supuesto, a aparatos cuya tecnología se halla siempre en la frontera de lo realizable. Sus aplicaciones, que abarcan desde la exploración hasta las comunicaciones, la meteorología o la ciencia básica, ya forman parte de nuestra sociedad. Si la aviación hizo pequeño al mundo, la astronáutica está abriendo al hombre las puertas del cosmos y, quizá, de su propio futuro como especie.



LOS LANZADORES
SON NECESARIOS
PARA ACCEDER
AL ESPACIO

¿qué es un cohete?

Hace un siglo, Konstantin Tsiolkovsky, uno de los pioneros de la astronáutica, definió nuestro planeta como la cuna de la Humanidad.

Antes o después, tendría que abandonarlo para alcanzar su mayoría de edad y con ello obtener su verdadero lugar en el Universo.

Pero, ¿cómo viajar hacia otros planetas, si estos están situados a enormes distancias? El genial teórico ruso vio en el cohete el sistema más apropiado para afrontar tal empresa.

DE ÍCARO A VERNE

En la mitología griega, Dédalo construyó unas alas para él y su hijo, hechas con plumas de pájaro. Pero el joven Ícaro voló demasiado alto y el calor del Sol derritió la cera que las unía. Esta historia fantástica, de triste final, refleja la milenaria inquietud humana

FOTO: ESA

por encontrar un medio de propulsión que nos permita alcanzar el espacio. En la actualidad, ese medio es el cohete, un ingenio que apareció en la Edad Media gracias al invento de la pólvora y que tuvo su primera aplicación en las llamadas 'flechas de fuego' chinas. La combustión controlada de la pólvora producía el empuje necesario para que los cohetes lograran grandes altitudes y distancias.

Es cierto que algunos autores han propuesto medios alternativos para volar al espacio, como las centrifugadoras o los cañones. De hecho, estos últimos, más eficaces, acabarían acaparando los campos de batalla hasta la Segunda Guerra Mundial, y el propio Julio Verne fabuló su obra 'De la Tierra a la Luna' (1865) alrededor de uno de ellos. Pero el cohete tiene otras ventajas: puede transportar a bordo todo lo necesario para obtener su objetivo y no depende de energía externa alguna para su funcionamiento.

GENIOS DE LA ASTRONÁUTICA

¿Sería posible construir un cohete lo bastante grande como para llevar a un hombre a bordo? Los cálculos necesarios para ello no son triviales, de modo que el problema sólo pudo ser atacado inicialmente por aquellos a los que ahora denominamos padres de la astronáutica, verdaderos adelantados a su tiempo. Nos referimos al francés Robert Esnault-Pelterie, al estadounidense Robert Goddard, al alemán Hermann Oberth y al ruso Konstantin Tsiolkovsky, entre otros; genios de la ciencia y la tecnología que desarrollaron la teoría de los cohetes y que incluso la pusieron en práctica en algunas ocasiones.

Estos pioneros superaron el rendimiento de la vieja pólvora, diseñaron los primeros motores de combustible líquido y construyeron prototipos que llegaron a cientos de metros de altitud. Algunos calcularon la potencia que tendrían que obtener para colocar en órbita un satélite, o estudiaron las características que debería tener una nave espacial.

La Segunda Guerra Mundial, sin embargo, lo cambió todo. Estos esfuerzos dispersos llamaron la atención de los gobiernos y pronto los primeros grandes cohetes (como la V-2 alemana, en realidad el primer misil) empezaron a volar con fines militares. Ideales para enviar bombas atómicas a gran distancia, su desarrollo avanzó notablemente. Algunos serían tan potentes que podrían incluso enviar al espacio un satélite artificial.



UNA MÁQUINA COMPLICADA

Si quisiésemos efectuar el despiece de un cohete, encontraríamos que está formado por un sistema de propulsión (los motores), los tanques donde se encuentra el combustible, el sistema de guiado y control y la cofia o carenado.

Un solo motor puede ser suficiente para impulsar un cohete, haciéndolo despegar y acelerar. Si es muy pesado o la velocidad final requerida es muy alta, puede resultar imposible construir un motor tan potente, de modo que los ingenieros agruparán varios de ellos en su base. Dichos motores se ocuparán de quemar el combustible y expulsar los gases calientes resultantes para desencadenar el efecto de acción/reacción que impulsará el vehículo hacia arriba.

El combustible se almacenará en tanques de gran volumen. En realidad, la mayor parte del peso de un cohete antes del despegue corresponde a dicho combustible, ya que los motores lo consumirán en grandes cantidades y durante bastante tiempo. Normalmente (hay motores sólidos y de otros tipos) el combustible será líquido y se quemará gracias a un oxidante (comburente), que viajará almacenado en un depósito separado. Una serie de conductos llevarán el combustible y el oxidante hasta los motores.

Un cerebro electrónico gobierna el funcionamiento del cohete. Este ordenador recibe datos procedentes de diversos dispositivos que le informan en cada momento de la velocidad y orientación del vehículo. El sistema de guiado es semejante al piloto de un avión, que sabe perfectamente cuál es la trayectoria que debe

seguir y que ordenará las correcciones oportunas para lograrlo. Para ello, puede inclinar los motores en una dirección determinada o apagarlos cuando se ha llegado a la velocidad prevista.

Habitualmente, el cohete informa de su estado enviando datos al centro de lanzamiento. Es la llamada telemetría, el flujo que proporcionará a los expertos los parámetros de funcionamiento del vehículo y su actuación.

En la cúspide del cohete suele encontrarse la carga. Un satélite es una máquina muy delicada, de modo que debe ser protegido a toda costa. Tras el lanzamiento, la velocidad creciente aumenta el rozamiento con el aire de la atmósfera. Para evitar que el satélite sea arrancado de su posición, el cohete dispone del carenado, una especie de capucha protectora que sólo se separará cuando la densidad atmosférica se reduzca hasta niveles seguros.

El cohete genérico que acabamos de describir constaría de una sola fase de impulsión, pero esto no tiene necesariamente que ser así. La mayoría de los cohetes espaciales tienen dos o más etapas; de hecho, el concepto multi-etapa es uno de los grandes inventos de la astronáutica, ya que ha hecho viables los viajes al espacio. En vez de arrastrar peso muerto durante el paulatino vaciado de unos grandes tanques de combustible, es mejor que éstos sean más pequeños y sean expulsados por el camino. Es como montar varios cohetes uno encima de otro, de tal manera que cuando uno agota su combustible se puede separar para reducir lastre. De esta forma, el siguiente accionará sus motores con una velocidad de

partida y una altitud ya considerables, y podrá tener un tamaño inferior.

LANZADORES DEL MUNDO

Desde que la Unión Soviética modificó su primer misil intercontinental R-7 para el lanzamiento del Sputnik, han sido más de 150 los tipos y variantes de cohetes utilizados en la tarea de poner en órbita vehículos espaciales. Los ingenieros optaron inicialmente por realizar cambios en los misiles militares disponibles, añadiendo etapas superiores y otras mejoras. Más adelante, se desarrollaron cohetes especialmente diseñados para tareas orbitales y de espacio profundo.

Además, todos los países y agencias internacionales con deseos

de independencia en el ámbito de los lanzadores los han construido para sus fines. Ello ha supuesto una enorme diversidad de vehículos, algunos de los cuales han volado en centenares de ocasiones y otros ya han desaparecido del servicio. En función de su tamaño y potencia, serán utilizados para enviar al espacio cargas de muy diversa factura. Podemos destacar algunas familias famosas, como los rusos Soyuz y Protón, los norteamericanos Atlas, Delta, los Saturno lunares o el conocidísimo Transbordador Espacial (STS), los europeos Ariane y Vega, los chinos CZ (Larga Marcha), los PSLV y GSLV de la India, los H-2 japoneses, etc. Incluso España consideró durante algún tiempo un cohete llamado Capricornio. Toda una sopa de letras y números.

ESPAÑA ES UNO DE LOS POCOS PAÍSES EUROPEOS QUE PARTICIPA EN TODOS LOS PROGRAMAS DE COHETES DE LA ESA

¿Sabías que...?

Los cohetes se van desprendiendo de las etapas que ya no son útiles para aligerar su carga

FOTO: NASA

¿Sabías que...?

La sonda europea
Rosetta se dirige
a otros cuerpos
del Sistema Solar

Foto: ESA

LOS VEHÍCULOS
ESPACIALES NO
TRIPULADOS SON
NUESTROS OJOS,
MANOS Y OÍDOS
EN EL ESPACIO

¿qué es un vehículo espacial?

El hombre inventó el submarino para moverse libremente bajo el agua de los océanos. Para viajar por el cosmos, un entorno todavía más hostil, hemos tenido que llevar aún más lejos nuestro ingenio. El resultado: la máquina que denominamos vehículo espacial.

Como su nombre sugiere, un vehículo espacial, tripulado o no, es capaz de desplazarse y operar en el espacio. Bajo esta definición acuden a nuestra mente, en primer lugar, los satélites artificiales, dotados de una función específica y situados alrededor de nuestro planeta, que siguen unas trayectorias ligadas a la gravedad terrestre que llamamos órbitas. Si el destino de nuestro vehículo no es el entorno de la Tierra, sino el de otros cuerpos del sistema solar y más allá, lo llamaremos sonda espacial. Las sondas suelen recorrer trayectorias gobernadas por la gravedad solar hasta que alcanzan su objetivo, por ejemplo la órbita de un cometa o un planeta.

Todo vehículo espacial, independientemente de su destino, tendrá una serie de equipos básicos indispensables para su funcionamiento. Naturalmente, los satélites modernos son muy distintos a los pioneros de finales de los años 50. La velocidad de los desarrollos tecnológicos es enorme: las capacidades aumentan, incrementando la vida útil del satélite o su potencial.

Un satélite típico es una plataforma sobre la que se ha montado una serie de instrumentos de utilidad diversa. Dicha plataforma se ocupará de proporcionar a su carga (la denominada carga útil) todos los servicios necesarios para mantenerla operativa, como por ejemplo comunicaciones, energía, estabilización, control térmico y propulsión. Todos los equipos estarán fabricados de manera que puedan funcionar en el entorno espacial, donde las variaciones de temperatura y la radiación podrían de otro modo estropearlos.



¿Sabías que...?

El Hubble ha sido visitado varias veces por astronautas para repararlo o instalar nuevos instrumentos

FOTO: NASA

EL TELESCOPIO ESPACIAL HUBBLE TIENE UN SISTEMA DE ORIENTACIÓN MUY PODEROSO PARA PODER APUNTAR HACIA SUS OBJETIVOS CON GRAN PRECISIÓN

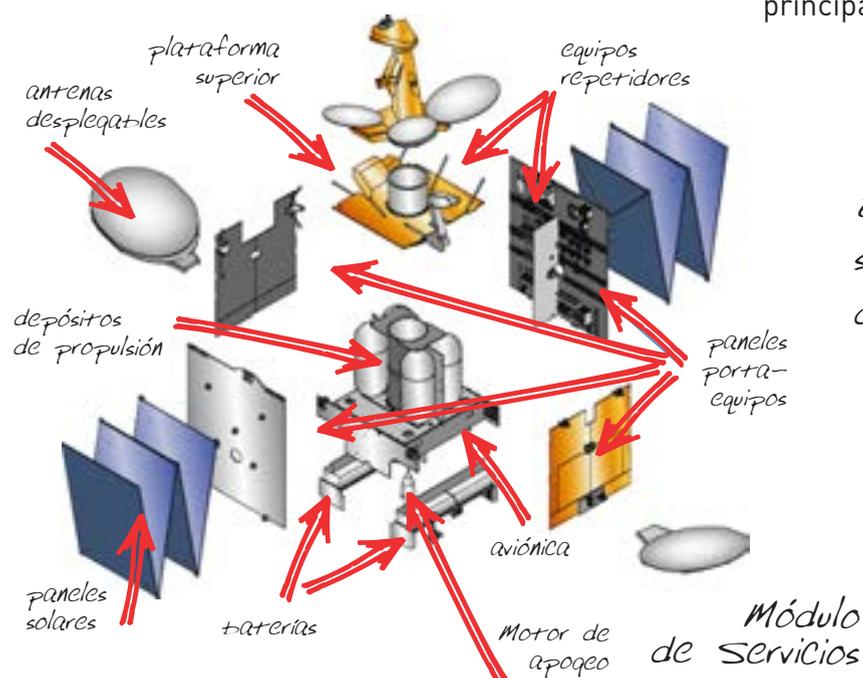
Si existe una aplicación exitosa del escenario espacial, esa es sin duda la de las telecomunicaciones. La arquitectura de un satélite de comunicaciones es por tanto un buen ejemplo de cómo es el interior de un ingenio espacial.

En primer lugar, deberemos distinguir entre carga útil y plataforma (o módulo de servicio). La carga útil es la que llevará a cabo la misión (los experimentos, las mediciones, etc.), mientras que la plataforma albergará la propia carga útil y cubrirá sus necesidades. Aunque hay satélites muy especializados, sus plataformas suelen parecerse en lo esencial, mientras que la configuración de la carga útil dependerá de la misión que vayan a realizar (observación astronómica, teledetección terrestre, comunicaciones, etc.).

Otro factor que hay que considerar es la estabilización. La mayoría de las veces es necesario que las cámaras apunten hacia un lugar, o que las antenas enfoquen su haz hacia una región de la superficie terrestre. Desde este punto de vista, podemos distinguir entre dos tipos principales de satélites, conforme a si están estabilizados por rotación alrededor de uno de sus ejes, o si lo están en sus tres ejes. Los primeros suelen ser cilíndricos. Como ocurre cuando hacemos girar una peonza, un satélite de este tipo mantiene fácilmente una determinada dirección de orientación. En cuanto al segundo caso, el satélite se mantendrá quieto respecto a un punto determinado para mantener la orientación deseada.

En la actualidad, una vez seleccionado el diseño del satélite, se encarga su construcción al contratista principal. Una red de subcontratistas será responsable de proveer los distintos subsistemas y equipos del satélite que serán integrados por el contratista principal. Cuando todos los equipos están listos, puede

Módulo de Comunicaciones



Esquema simplificado de un satélite

procederse a la integración. La plataforma principal suele ser una estructura resistente a la que acoplar los módulos. Ha sido pensada no sólo como soporte físico sino también como estructura capaz de aguantar las fuerzas que se desencadenarán durante el lanzamiento. Entre los componentes que se montarán en este esqueleto, los principales son:

El sistema de propulsión: muchos satélites son colocados por el cohete en una órbita provisional que deben abandonar usando su propio motor para alcanzar la órbita definitiva. También incluyen un sistema secundario, equipado con una serie de diminutos motores de maniobra instalados en muy diversas direcciones, que se utilizará para correcciones de ruta u orientación.

Los sistemas de propulsión serían poco útiles si el satélite no supiera en cada momento hacia dónde está apuntando. Para esta tarea está disponible el sistema de control y orientación. Utiliza la información proporcionada por varios equipos y sensores para determinar su posición y calcular qué debe hacerse para corregirla. Por ejemplo, un receptor GPS puede indicar muy bien dónde está respecto a la Tierra. Además del sistema de propulsión auxiliar, los satélites disponen de formas más optimizadas para corregir su orientación. Recordemos qué ocurre cuando hacemos girar entre nuestras manos una rueda de bicicleta: si intentamos cambiar la orientación de su eje, encontraremos una gran resistencia debido al efecto giroscópico. De igual manera, los satélites tienen ruedas unidas a los ejes de su estructura. Su giro (gracias a motores eléctricos) puede mantener una determinada orientación sin gasto de combustible, o cambiarla de la misma forma.

Otro sistema imprescindible en un satélite es el suministro eléctrico. Se necesita electricidad para alimentar sus equipos, así como para que funcione la carga útil. Para ello se emplean células solares, que transforman la luz solar en un flujo eléctrico.

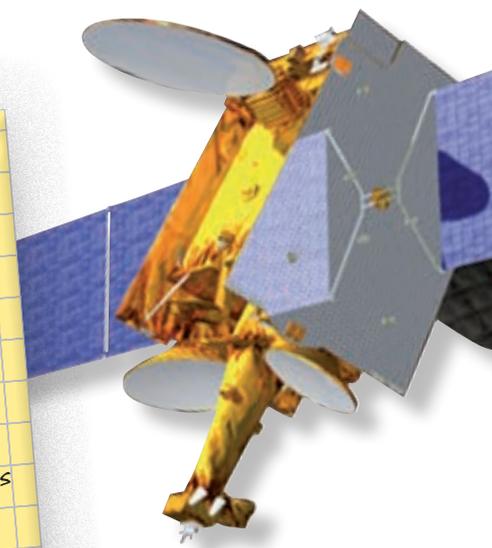
El sistema de control térmico es fundamental para un satélite. Las variaciones de temperatura o gradientes de temperatura son perjudiciales para los equipos y hay que mantener un equilibrio térmico.

Mientras, las comunicaciones garantizarán el contacto, en los dos sentidos, entre el satélite y la Tierra. El sistema de telemetría, seguimiento y telecomando enviará información a las estaciones terrestres para informar de cuál es el estado de sus equipos, y recibirá cualquier orden que deba llevar a cabo. También transmitirá los resultados de la carga científica. Para todo ello dispone de un sistema transmisor/receptor, trabajando en varias frecuencias, y las antenas adecuadas.

¿Sabías que...?

Los satélites de comunicaciones precisan de grandes paneles solares para alimentar sus sistemas

Foto: Hispasat



Frecuentemente se usan dispositivos de almacenamiento (grabadores o memorias), para guardar los datos que no puedan ser transmitidos inmediatamente.

Un satélite lleva a bordo un cerebro, un ordenador central, que interconecta todos los subsistemas y gobierna la nave. Entre sus programas se hallan algunos que pueden detectar anomalías, reconfigurar equipos y actuar para reducir en lo posible la pérdida de la misión.

La última sección fundamental de un vehículo espacial es la carga útil. En ella se instalará el verdadero motivo de la misión; desde el telescopio de una misión astronómica hasta los repetidores-amplificadores de un satélite de comunicaciones, que retransmitirán señales televisivas.

Se trata de cargas muy sofisticadas, que incluyen cámaras, sensores científicos y tantos otros dispositivos y experimentos. Algunas de ellas son tan importantes que deben ser recuperadas. En este caso, un satélite puede llevar a bordo una cápsula equipada para resistir el rozamiento atmosférico y el aterrizaje.

Los astronautas son sin duda una carga muy valiosa y, como se verá en otro apartado, una nave espacial tripulada añade un nivel de complejidad a los sistemas de un satélite convencional.



**LA TELEVISIÓN,
LA TELEFONÍA MÓVIL
O INTERNET
NO SERÍAN LO MISMO
SIN LOS SATÉLITES DE
TELECOMUNICACIONES**



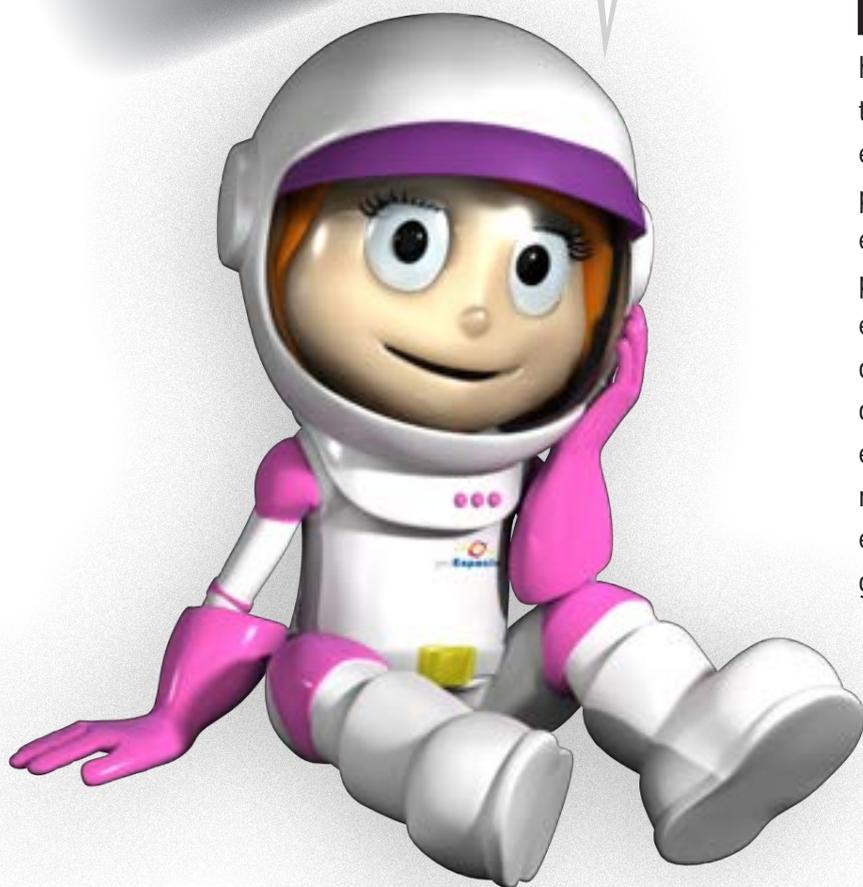
¿Sabías que...?

Rotledo de Chavela,
en Madrid, es uno
de los tres centros
de la NASA
pertenecientes
a su red de antenas
de espacio profundo
en el mundo

Foto: PAISAJES ESPAÑOLES, S.A.

¿qué es el segmento terreno?

*EL SEGMENTO TERRENO
NOS MANTIENE EN CONTACTO
CON LOS SATÉLITES. LAS
ESTACIONES SON NUESTRO
ENLACE PARA ENVIARLES
ÓRDENES Y RECIBIR
SUS DATOS*



Durante los primeros años de la era espacial, no siempre era fácil determinar si un satélite había alcanzado la órbita deseada. Éste utilizaba un transmisor que enviaba una señal a la Tierra, la cual era detectada por una gran antena e interpretada por los expertos. Al mismo tiempo, si era necesario enviar alguna orden al satélite, la misma antena podía transmitirla hacia él. Hoy en día cuando se encarga un satélite, una buena parte del presupuesto queda destinado para el llamado segmento terreno que, entre otras labores, mantendrá el contacto con el vehículo durante toda su vida útil. Dado que existen miles de satélites en órbita, y que centenares siguen estando operativos, resulta claro que debe haber un gran número de estaciones terrestres dedicadas a la recepción y envío de datos.

En la práctica, todas las estaciones efectúan misiones similares. En primer lugar, tenemos el seguimiento. Es crucial conocer la posición en cada



LAUNCHERS	DATE	LAUNCHER	MISSIONS	DATE	LAUNCHER	SPACECRAFT	DATE	LAUNCHER	SPACECRAFT	DATE
ARIAN 5	21 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 1	21 06 27	ARIAN 5	ARTEMIS 1	21 06 27	ARIAN 5	ARTEMIS 1	21 06 27
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 2	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 2	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 2	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 3	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 3	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 3	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 4	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 4	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 4	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 5	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 6	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 6	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 6	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 7	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 7	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 7	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 8	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 8	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 8	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 9	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 9	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 9	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 10	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 10	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 10	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 11	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 11	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 11	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 12	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 12	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 12	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 13	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 13	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 13	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 14	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 14	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 14	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 15	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 15	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 15	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 16	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 16	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 16	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 17	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 17	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 17	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 18	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 18	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 18	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 19	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 19	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 19	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 20	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 20	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 20	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 21	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 21	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 21	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 22	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 22	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 22	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 23	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 23	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 23	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 24	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 24	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 24	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 25	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 25	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 25	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 26	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 26	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 26	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 27	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 27	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 27	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 28	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 28	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 28	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 29	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 29	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 29	15 06 00
ARIAN 5	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 30	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 30	15 06 00	ARIAN 5	ARTEMIS 30	15 06 00

¿Sabías que...?

Después del lanzamiento de un satélite, el centro de operaciones se encarga de hacer el seguimiento de las misiones

Foto: ESA - J. Mai

momento del satélite en el espacio, para determinar su órbita. Se han utilizado para ello diversos métodos, como el fotográfico, los radares, el análisis de las señales de radio... Actualmente, los satélites pueden llevar un receptor GPS a bordo que, utilizando la red de navegación global, es capaz de calcular su posición para su transmisión directa a la Tierra. Las estaciones reciben asimismo la telemetría, el conjunto de datos que el satélite envía con información propia sobre su funcionamiento, o con los resultados de su carga útil.

Por último, las estaciones de recepción y control pueden estar dotadas con capacidad de transmisión de órdenes hacia el satélite. Básicamente, en un proceso inverso al de la telemetría, se codifica una señal que el vehículo interpretará como una serie de comandos que debe ejecutar su ordenador de a bordo. Entre las órdenes pueden encontrarse tareas sencillas, como borrar la memoria del satélite, o más complejas, como una auténtica lista de objetivos de observación.

Las grandes agencias espaciales disponen de redes de estaciones de seguimiento y control oportunamente repartidas a lo largo de la superficie de la Tierra, que garantizan un contacto directo con un determinado vehículo a cualquier hora del día.



Son conocidas grandes redes como Deep Space Network de la NASA, para el seguimiento de las sondas interplanetarias, y que tiene una de sus tres antenas en España (Robledo de Chavela, Madrid). La Agencia Espacial Europea dispone también de su propia red (European Deep Space Network), una de cuyas estaciones se halla en Cebreros (Ávila), y hay que citar asimismo las antenas españolas de Villafranca del Castillo (Madrid) y de Maspalomas (Gran Canaria).

Independientemente del contacto tierra-satélite, cualquier misión espacial dispone de instalaciones terrenas de apoyo. Se trata de centros en los que trabajan científicos, técnicos y otro personal, que se ocuparán de planificar, interpretar los resultados enviados por los vehículos, elaborar productos a partir de ellos, resolver problemas técnicos que surjan en órbita, etc.

Las instalaciones de seguimiento y control de satélites, así como de interpretación de datos, a pesar de que suelen ser las grandes olvidadas en los medios de comunicación, son tan importantes como los propios vehículos espaciales. Sin ellas ninguna misión sería posible.



¿Sabías que...?

Al año se lanzan
alrededor de 85
cohetes. Rusia,
Europa, EE.UU. y
China son los países
más activos

Foto: ESTACIONES ARIANESPACE
Service Optique CSG

02

¿cómo funciona un motor cohete?

Encendemos la mecha, nos apartamos rápidamente, contamos hasta tres y ¡fuego! ¿Quién no ha imaginado alguna vez su cohete de verbena ascendiendo sin parar y dirigiéndose finalmente hacia la Luna? Lo cierto es que no es tan diferente a un cohete espacial. Lo tiene casi todo: un aspecto aerodinámico para cruzar la atmósfera de forma estable y, sobre todo, un motor que actúa bajo los mismos principios que los grandes lanzadores que llevan satélites y astronautas al espacio. No es difícil suponer que, si nuestro cohete de feria fuera más grande, también llegaría más alto y más lejos, o podría llevar mayor carga con él.

En astronáutica, el motor que impulsa un cohete es la piedra angular sobre la que se



edifica cualquier misión espacial. Sin él, sin un sistema de propulsión, ningún objeto puede abandonar la Tierra porque sería incapaz de escapar de la gravedad que nos mantiene pegados al suelo. Y aún más sorprendente: las leyes físicas que respeta se enunciaron hace cientos de años.

LAS LEYES DE NEWTON

Estamos acostumbrados a hablar de los cohetes y de sus motores como productos de la más moderna tecnología. Eso es cierto, pero también lo es que existen cohetes desde la Edad Media y que, si queremos aprovechar su potencia, es necesario saber cómo funcionan y qué rendimiento tienen. Por fortuna, buena



¿Sabías que...?

Durante el despegue,
el Ariane 5 genera
1.300 toneladas de
empuje

Foto: Astrium

parte de ese complicado trabajo lo hizo por nosotros –en el siglo XVII– Isaac Newton, uno de los mayores genios científicos de la historia, quien enumeró tres leyes físicas fundamentales.

Gracias a él sabemos que el peso de una persona no sólo depende de la cantidad de materia de la que esté formado, sino también del lugar donde se encuentre: por ejemplo, un individuo de 60 Kg. pesaría apenas 10 Kg. si se hallase sobre la Luna, donde la fuerza de la gravedad es una sexta parte de la nuestra, o 0 Kg. si estuviese “en órbita” alrededor de la Tierra, o cayese en el interior de un ascensor al que se le rompió el cable. Con Newton aprendimos que no es necesario mantener nuestro cohete en marcha para alcanzar un lejano destino. A diferencia de un automóvil, que debe mantener revolucionado su motor o de lo contrario se detendrá (el rozamiento con la carretera y con el aire lo frenan), una sonda en dirección a los planetas una vez que esté fuera de la atmósfera seguirá hacia ellos en cuanto haya alcanzado la velocidad “de crucero” y apagado sus motores.

Pero, sobre todo, Newton, con su tercera ley, nos enseña cuál es el principio de funcionamiento del motor cohete. Pensemos en un globo inflado y cerrado. El aire en su interior presiona contra sus paredes, sin que la esfera se mueva por ello. En cambio,

si abrimos su boca, el aire sale a gran velocidad y el globo reacciona moviéndose en dirección contraria. No necesitamos que el aire que emerge se apoye en nada para que el globo avance; el efecto acción/reacción es la clave. El aire sale (lo que podemos calificar como “acción”) y, al mismo tiempo, obliga a desplazarse al globo en dirección contraria (“reacción”). Este principio es válido incluso en el vacío del espacio, donde no hay atmósfera en la que apoyarse. Por eso los cohetes pueden funcionar en él. Mejor aún, nuestro globo se queda quieto cuando se desinfla, y eso ocurre muy pronto, pero un motor cohete es capaz de generar gases mientras le quede combustible y, por tanto, moverse y acelerar durante bastante tiempo.

**EL MOTOR
COHETE
ES EL CORAZÓN
DEL VEHÍCULO**



EL MOTOR COHETE QUÍMICO

En la práctica, el único objetivo de un motor cohete es “lanzar masa por la borda”. Imaginemos que nos hallamos sobre un barquito, en medio de un lago. Si llevamos piedras con nosotros y las lanzamos lejos, con fuerza, la embarcación se moverá un poco en la otra dirección sin necesidad de remar, antes de quedar de nuevo frenada por el rozamiento con el agua. En un cohete, hemos sustituido las



¿Sabías que...?

El lanzador ligero Vega ha sido el último en incorporarse a la familia de lanzadores europeos. Aproximadamente el 7% de los componentes del lanzador se diseñan y fabrican en España

FOTO: ESA

piedras por combustible; ahora bien, ¿cómo arrojar éste a gran velocidad? Muy sencillo: quemándolo en la llamada cámara de combustión del motor, que es una especie de gran caldera donde se producirán los gases que saldrán por sí solos al exterior. Éste es, en esencia, el principio básico del motor cohete químico.

Lo llamamos cohete químico porque lo que ocurre en su interior es una reacción química. Pensemos en una chimenea donde echamos algunos troncos para calentarnos. La leña, que es el combustible, no sería capaz de quemarse si no hubiera oxígeno en la atmósfera. En el espacio no lo hay, así que en nuestro cohete tendremos que transportar tanto el combustible como el oxígeno (u otra sustancia que haga su papel). Los almacenaremos por separado, en sendos depósitos, y la compleja maquinaria del motor se ocupará de inyectarlos en las proporciones adecuadas en la citada cámara de combustión para que se produzca la reacción química buscada (los gases calientes que saldrán a gran velocidad).

¿Qué tipo de combustibles podemos utilizar? Uno muy habitual es el queroseno, un derivado del petróleo que se usa también en los aviones y que es líquido a temperatura ambiente. Para quemarlo, el oxígeno es ideal, pero como en su forma gaseosa ocupa

demasiado espacio, se convierte en líquido enfriándolo a temperaturas extremadamente bajas (-222 °C). Otro combustible ampliamente utilizado es el hidrógeno, que también deberá ser licuado (-252 °C). Una chispa eléctrica bastará para encender el queroseno o el hidrógeno en presencia de oxígeno y desencadenar lo que andamos buscando: ¡un motor en marcha! Si nos fijamos en el extremo del motor, veremos que tiene aspecto de campana. Se trata de la tobera, un sistema que permite a los gases que salen alcanzar una velocidad aún mayor y que el motor funcione mejor. Orientando un poco esa tobera puede conseguirse incluso que el cohete cambie de dirección. Si queremos parar el motor, bastará con que cerremos el paso del combustible.

**EN EL MUNDO
HAY ACTUALMENTE
OPERATIVOS MÁS
DE 20 LANZADORES
DIFERENTES**



Aunque la propulsión química líquida es muy utilizada, no es la única. También existe la propulsión química sólida. Heredera de nuestro cohete de verbena, su versión espacial consiste en algo más que un cartucho de pólvora. Los aceleradores laterales de la lanzadera espacial son de este tipo y, por lo tanto, resulta obvio que pueden ser gigantescos. Son sencillos de construir y, una vez encendidos, funcionarán hasta agotarse.



¿Sabías que...?

Los transbordadores espaciales de la NASA realizaron 135 vuelos entre 1981 y 2011

FOTO: NASA

¿Cómo calificar la potencia de un motor cohete? Para ello usamos el término empuje, que se mide en unidades de fuerza o de peso. Por ejemplo, que un motor tenga un empuje de una tonelada implica que

es capaz de levantar del suelo una tonelada de peso. Como un cohete tiene un peso determinado, el motor o motores que utilice deben tener un empuje global superior a éste, o de lo contrario no se elevaría.



Ariane G Plus

Ariane G ECA

Ariane G ES

SOYUZ

VEGA

Los cohetes de la Agencia Espacial Europea que se lanzan desde el Puerto Espacial de la Guayana Francesa.



¿Sabías que...?

El puerto espacial europeo de la Guayana Francesa aprovecha la mayor velocidad de rotación de la Tierra en el Ecuador para ganar un impulso adicional de 1.650 km/h hacia el Este

Foto: ESA/Arianespace/OSG

¿cómo es un lanzamiento?

El despegue de un cohete se efectúa generalmente desde un centro espacial. Es una tarea difícil, así que las instalaciones deben estar perfectamente equipadas. Precisaremos un edificio en el que montar los diversos elementos de nuestro lanzador, otro en el que preparar el satélite, un sistema para trasladar el vehículo y una rampa de despegue. Además, es necesaria una estación de control que gobierne el lanzamiento y que pueda intervenir en caso de problemas.

CONTACTO Y EN MARCHA

Pongamos como ejemplo el conocido lanzador europeo Ariane-5, programa en el que han participado muchas empresas españolas desde su inicio. Este cohete, uno de los mayores del mundo, se fabrica en el Viejo Continente, pero se envía al espacio desde la base de Kourou, en la Guayana Francesa. Sus piezas tienen que llegar a través del océano hasta sus instalaciones, donde se prepararán para la partida. Durante lo que llamamos 'campaña de lanzamiento', se llevarán a cabo todos los pasos previos al despegue, como el montaje vertical del cohete en un edificio específico, la preparación de los satélites que se situarán en lo alto, el traslado del conjunto a la rampa de lanzamiento, etc.

Después se iniciará la cuenta atrás, durante la cual se revisarán por última vez todos los sistemas del cohete y de los satélites, se llenarán los tanques de combustible, se cargarán las baterías... Si aparece algún problema, ya sea en el vehículo, en los satélites o en las instalaciones terrenas, deberá ser detenida para su resolución.

El despegue es un acontecimiento de gran espectacularidad. Las conexiones con el cohete se cortan, los chorros de agua que protegerán la rampa del fuego y del ruido de los motores se activan y se inicia el ascenso. Éste será seguido desde un centro de control. El Ariane-5 dispone de la sala Júpiter, donde los técnicos verán en sus consolas hasta el último detalle del funcionamiento de la nave (la separación de las etapas, del carenado protector, la liberación de los satélites, la trayectoria...). Una compleja red de comunicaciones mantiene el contacto con el lanzador incluso cuando éste ya se ha perdido de vista.

Basta observar el lanzamiento de un Ariane 5 para darse cuenta de la ruta tan particular que sigue. Primero bastante recta y vertical, luego casi horizontal. Lo hace así para salir cuanto antes de la atmósfera, que frena su avance, y dedicarse exclusivamente

DURANTE EL
LANZAMIENTO,
LA PRIMERA ETAPA
SE DESPRENDE
Y CAE AL MAR



¿Sabías que...?

El Ariane 5 alcanza
los 6.800 Km/hr en
su primera fase a los
2,2 minutos de vuelo

Foto: ESA/Arianespace

a aumentar la velocidad, el principal objetivo de todo lanzador espacial.

Dado que los cohetes van desprendiendo sus etapas conforme ascienden, un centro espacial debe estar situado lejos de regiones habitadas y con una zona libre frente a él lo bastante grande como para que los trozos del vehículo caigan sin peligro. Por eso, siempre que es posible, los centros se instalan junto al mar. Y cuanto más cerca del ecuador, mejor: el giro de nuestro planeta actúa como una honda, aportando un impulso suplementario a nuestro cohete.

Para aprovechar el giro planetario, las bases de lanzamiento se han situado en lugares estratégicos: la base de Kourou, desde la que se lanza el Ariane 5, se encuentra ubicada en la Guayana Francesa, muy cerca del ecuador. Otros sistemas tratan de encontrar una posición igual de buena mediante bases móviles: el Pegasus americano, por ejemplo, es lanzado desde un avión. Por su parte, el sistema Sea Launch consiste en una plataforma marina que es remolcada hasta la mejor posición.

BASES DE LANZAMIENTO DEL MUNDO

El primer lanzamiento espacial de la historia (1957) se produjo desde Baikonur/Tyuratam, en lo que hoy en día es territorio de Kazajstán. El cosmódromo está gestionado por Rusia y desde él se han elevado más de un millar de misiones con éxito, entre ellas todos los vuelos tripulados de esta nación. Ya en territorio ruso

se encuentra Plesetsk, abierto en 1966, desde donde se lanzan vehículos militares y científicos.

Estados Unidos dispone asimismo de una red de centros, encabezada por Cabo Cañaveral, que inauguró la serie de satélites americanos en 1958. El polígono, en Florida, incluye el llamado Centro Espacial Kennedy, propiedad de la NASA, desde donde han despegado todos los transbordadores espaciales. También se usan la base aérea de Vandenberg, en California, y el centro que se encuentra en la isla de Wallops, en Virginia.

Francia creó una base de lanzamiento en la Guayana Francesa, que se convertiría luego en el centro de lanzamientos de la Agencia Espacial Europea (ESA), y sigue siendo el lugar desde el que parten actualmente los cohetes Ariane 5, Vega y Soyuz. Desde 1979, año en que se lanzó el primer Ariane 1, se han llevado a cabo más de 200 lanzamientos. Más de 60 de esos lanzamientos son de Ariane 5, el que se ha convertido en el lanzador comercial más fiable del mundo. Es un éxito europeo donde además participan en cada lanzamiento diversas empresas españolas con sofisticados equipos e ingeniería.

Japón dispone de dos bases de lanzamiento de igual importancia: Kagoshima y Tanegashima. Por su parte, China tiene tres centros operativos: Jiuquan, Xichang y Taiyuan, y está construyendo un cuarto. La India tiene sólo una base, llamada Satish Dhawan, en Sriharikota. Otro país con zona de despegue es Israel (Palmachim), e incluso Brasil, Irán y las dos Coreas han usado sus propias instalaciones para misiones espaciales domésticas.

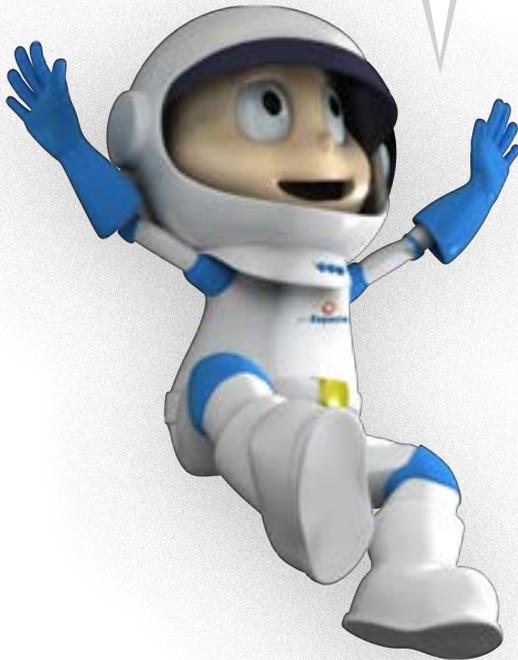


¿Sabías que...?

A bordo de un carrusel podemos experimentar lo que significa ser un satélite orbitando

Foto: Goretorg U.

VENCER
LA FUERZA DE LA
GRAVEDAD ES EL
PRIMER RETO DE
CUALQUIER VEHÍCULO
ESPACIAL



¿cómo nos movemos por el Espacio?

Cuando un cohete apaga sus motores y libera su carga, ya no puede influir en sus movimientos. Ha colocado el satélite en su órbita alrededor de la Tierra, o en una ruta hacia la Luna o los planetas.

Pero, ¿qué es exactamente una órbita? Los científicos dicen que es un lugar en el que se equilibran las fuerzas.

LA VELOCIDAD MÁGICA

Pensemos en un cubo con algo de agua, sujeto por nuestra mano, al que haremos girar a gran velocidad a nuestro alrededor, como un satélite. Si lo hacemos lo bastante rápido, aunque el cubo se mantenga vertical, el agua no caerá, puesto que la llamada fuerza centrífuga la mantendrá en su interior, en el fondo del recipiente. En esta especie de “órbita”, nuestro brazo interpretaría el papel de la gravedad. El agua no sale despedida porque el brazo (“la gravedad”) lo impide

y tampoco cae al suelo porque la fuerza centrífuga hace lo mismo. En otras palabras, hay un equilibrio de fuerzas. Naturalmente, si soltáramos el asa del cubo (si la “gravedad” dejara de tirar) este equilibrio se rompería y el recipiente saldría despedido, como ocurre en un lanzamiento de martillo olímpico. Algo que puede ocurrir también en el espacio: si aplicamos una velocidad suficiente a nuestro vehículo, ni siquiera la gravedad podrá impedir que se aleje para siempre.

Newton explicó hace varios siglos cómo es posible alcanzar una órbita determinada. Imaginemos un cañón de gran potencia que habremos instalado en la cima de la montaña más elevada, de manera que, tras ser disparado horizontalmente, el proyectil no encuentre obstáculos en su camino. La bala de cañón acabará cayendo al suelo, siguiendo una trayectoria curva, pero, ¿qué pasaría si el cañón fuera más potente y le impartiera una mayor velocidad? Pues que la bala llegaría más lejos. Hay que tener en cuenta ahora un aspecto definitivo: la Tierra no es una superficie plana, sino una esfera. Así, si el cañón fuera lo bastante potente, la curva descendente de la bala podría llegar a ser igual a la curvatura del planeta y, por tanto, jamás chocaría contra la superficie. ¡La bala estaría “en órbita”! Los físicos han calculado la velocidad mágica: el cañón (o un cohete) deberá proporcionar una velocidad de 8 km/s a un objeto para que éste alcance una órbita baja estable de unos 300 km de altitud, fuera de la atmósfera. Tardaría 90 minutos en recorrerla.

Hay órbitas más o menos cercanas a la Tierra. Cuanto más alejadas, menor será la influencia de la gravedad terrestre, así que inferior deberá ser la velocidad de giro para que un satélite pueda mantenerse en ellas. Un caso paradigmático es el de los satélites geoestacionarios, desde los cuales recibimos por ejemplo señales de televisión. Se encuentran a 36.000 km, y avanzan lentamente: tardan 24 horas en dar una vuelta completa, exactamente lo mismo que nuestro planeta, y por eso parecen suspendidos y quietos sobre nosotros.

Aunque una órbita se representa habitualmente como circular, en realidad es una elipse.

Las características de esta elipse las describió Kepler en sus tres leyes y de ellas se desprenden conclusiones interesantes, como que un planeta (o una sonda) se mueve más lentamente cuando se encuentra en el punto más alejado de su órbita respecto al Sol, y más rápido cuando está más cerca. Estas leyes pueden aplicarse directamente a los satélites artificiales si sustituimos el Sol por la Tierra. En este último caso, el punto más cercano de la órbita de un satélite se llama perigeo, y el más lejano, apogeo.

PARA TODOS LOS GUSTOS

Otra característica crucial de una órbita es su inclinación respecto al ecuador terrestre. Hay satélites que giran pasando por encima de los polos, otros que lo hacen sobrevolando el ecuador y otros que se hallan en una situación intermedia. Lo más importante es que cada órbita tiene una función: por ejemplo, sobrevolar los polos (“órbita polar”), combinado con el propio giro de la Tierra, permite observar cualquier punto del planeta.

La altitud juega asimismo un papel esencial. Una órbita muy baja (entre 200 y 500 km) permitirá realizar observaciones muy “de cerca”, para por ejemplo la toma de fotografías de instalaciones, carreteras, etc. Un poco más arriba, a unos 800 km, encontraremos satélites meteorológicos y de recursos terrestres, que necesitan un campo de visión más amplio. Los satélites de navegación (GPS o Galileo), en cambio, prefieren órbitas intermedias (unos 20.000 km), y los de comunicaciones, la mencionada órbita geoestacionaria (a 36.000 km).

Hay otras órbitas y puntos especiales (Lagrange, Molniya...) que son explotados para diversas tareas. Lo cierto es que la Tierra está rodeada por miles de satélites y que la mayoría se agolpa en órbitas particulares.

Por último, si lo que queremos es abandonar para siempre la gravedad terrestre, para viajar a la Luna o a los planetas, tendremos que dejar la órbita de la Tierra y alcanzar la llamada velocidad de escape (unos 11 km/s).

MANIOBRAS

Debido a la fricción atmosférica, que frena la velocidad de los satélites y los hace caer, será necesario que éstos estén equipados con sistemas que les permitan maniobrar y ajustar sus trayectorias. Para ello, utilizan pequeños motores que mantienen su orientación, su altitud, o consiguen cambiar de órbita.

Esta capacidad de maniobra resulta esencial si lo que queremos es que dos naves se encuentren y se unan (por ejemplo, durante una visita a la Estación Espacial Internacional) en una operación llamada "rendez-vous". Se trata de un procedimiento muy delicado: en la Tierra, para acercar un coche a otro basta con apretar el acelerador y después frenar.

**UN VEHÍCULO
VOLANDO A 8 KM/S,
A UNA ALTITUD DE
300 KM, LOGRARÍA
UNA ÓRBITA ESTABLE**



¿Sabías que...?

Newton explicó cómo es posible alcanzar una órbita determinada utilizando como ejemplo el disparo de un cañón

Foto: Archivo

Sin embargo, en el espacio alrededor del planeta, cambiar de velocidad significa cambiar de altitud, así que son necesarios ordenadores para calcular exactamente qué maniobra realizar para que, terminada ésta, nuestro objetivo esté precisamente al final de nuestro camino. De manera semejante, las sondas interplanetarias no son enviadas directamente hacia su destino, como podría serlo Marte. Como éste se mueve, hay que colocarlas en una ruta que permita cruzarse con él en el momento adecuado.



¿Sabías que...?

Las erupciones solares pueden provocar daños por radiación en naves espaciales y astronautas

Foto: ESA

LA RADIACIÓN SOLAR OCASIONA LA AURORA BOREAL EN EL HEMISFERIO NORTE Y LA AURORA AUSTRAL EN EL HEMISFERIO SUR

03

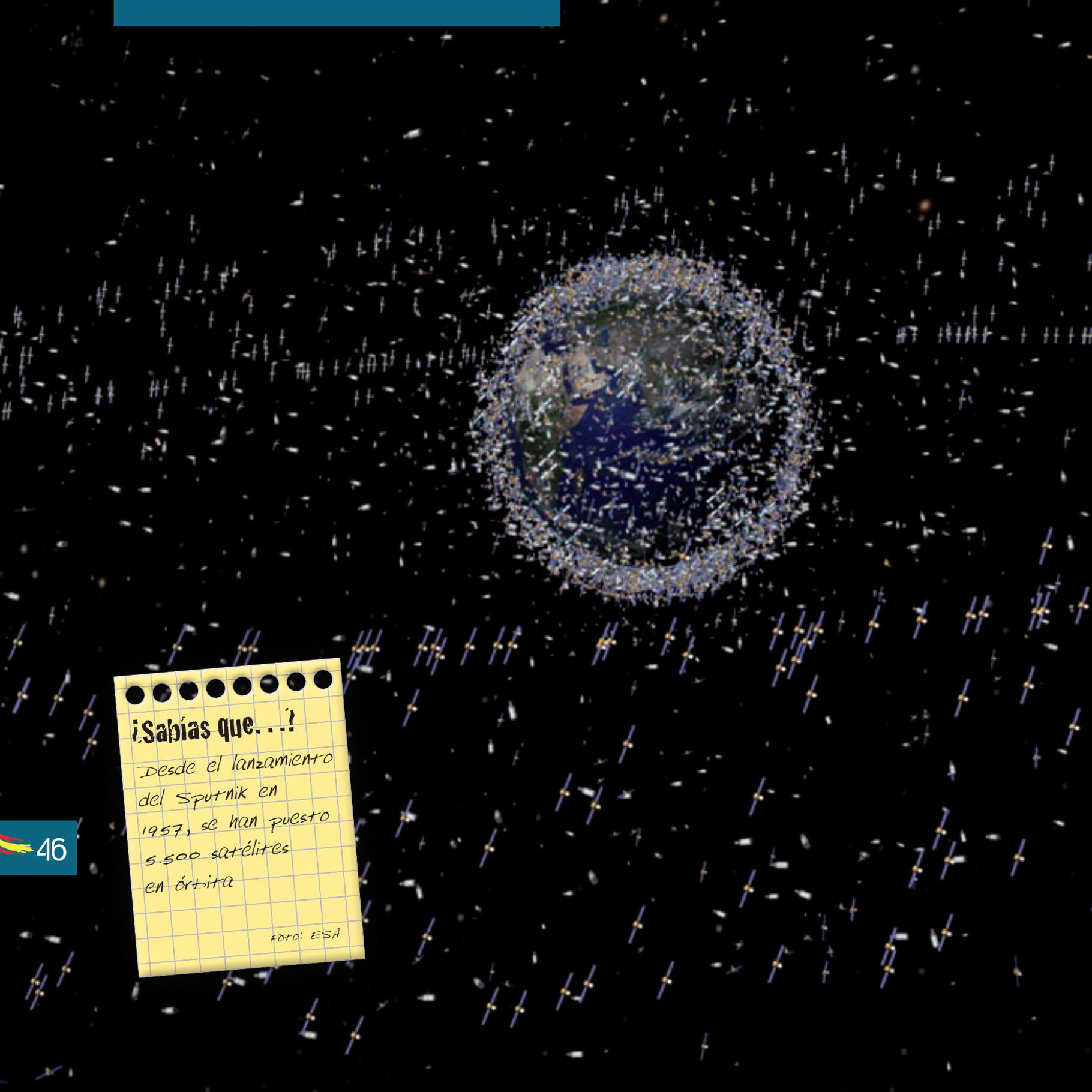


¿dónde?

el Medio Ambiente Espacial

Desde todos los puntos de vista, el espacio es realmente 'la última frontera'. A partir del preciso momento de su lanzamiento, un vehículo espacial se encontrará bajo circunstancias muy distintas a las que vivió cuando fue construido. Le aguardan situaciones límite que lo pondrán en constante peligro.

Como se ha dicho repetidamente, el espacio es un lugar hostil. Una vez superado el escollo del despegue, durante el cual la carga sufre la agresión de las vibraciones y las fuertes aceleraciones derivadas del funcionamiento del cohete, se alcanza un lugar donde todo es, aparentemente, tranquilidad y sosiego. Pero nada más lejos de la realidad: las condiciones que allí imperan resultan extremas: los vehículos estarán expuestos a altas dosis de radiación, cambios bruscos de temperatura y sometidos a posibles impactos de restos de meteoritos y polvo espacial. Todos estos factores tendrán que ser tenidos muy en cuenta a la hora de diseñar un satélite.



¿Sabías que...?

Desde el lanzamiento
del Sputnik en
1957, se han puesto
5.500 satélites
en órbita

Foto: ESA

RADIACIÓN

El entorno de trabajo de un satélite es un lugar en el que, básicamente, reinan el vacío y la ingravidez. Son condiciones que no son un gran problema para él, puesto que es capaz de funcionar en ese ambiente, pero, en cambio, otras amenazas acechan, y una de las peores es, sin duda, la radiación.

La radiación espacial tiene diversos orígenes y el primero se encuentra en los cinturones de Van Allen. Gracias al campo magnético de la Tierra, que actúa como un escudo, estamos protegidos de los ataques procedentes del Sol; sólo una pequeña parte de su radiación se escurre sobre los polos, dando lugar a las bellas auroras. El resto se desvía o queda atrapado en el campo magnético, y ello forma los invisibles cinturones de Van Allen. Cuando un satélite los atraviesa, puede sufrir graves daños.

El Sol provoca también fenómenos como las tormentas solares, grandes llamaradas visibles desde los telescopios terrestres, que lanzan partículas de alta energía que, al dirigirse hacia la Tierra, pueden alterar el comportamiento de un satélite, incluso variar su órbita. Los rayos cósmicos, que

proceden del espacio exterior, pueden tener un efecto semejante. Para evitar que todos estos fenómenos afecten al funcionamiento de los satélites, éstos se diseñan y construyen resistentes a la radiación.

OTRAS AGRESIONES

Los satélites pueden sufrir descargas eléctricas a medida que surcan el espacio, ya que acumulan electrones (la electricidad no es sino un flujo constante de estas partículas) en su superficie. Estas descargas pueden ser de hasta 20.000 voltios, capaces de vaporizar elementos metálicos y componentes electrónicos. Es decir, suficiente para inutilizar el satélite.

El vacío puede influir también; algunos materiales que se comportan bien en la Tierra sufren una paulatina degradación o evaporación en ausencia de presión atmosférica, lo que puede ocasionar el mal funcionamiento de los sistemas de los satélites.

Además, el espacio está lleno de meteoroides, como meteoritos de tamaños diversos, partículas de hielo, polvo... A ello podemos añadir cohetes agotados y fragmentos de vehículos que explotaron. Sus dimensiones varían, desde piezas del tamaño de todo un satélite inactivo hasta una simple partícula de pintura.

**SE CALCULA
QUE EXISTEN MÁS
DE 650.000 FRAGMENTOS
DE MÁS DE 1 CM DE
DIÁMETRO, Y 150 MILLONES
DE MÁS DE 1 MM,
ORBITANDO LA TIERRA**



¿Sabías que...?

Para soportar la radiación solar extrema, el Solar Orbiter de la ESA, contará con un parasol siempre apuntando al Sol

Foto: ESA

de la constelación de comunicaciones Iridium, activo, y un satélite ruso, inactivo. El resultado fue la pérdida del primero y la creación de una peligrosa nube de restos que podría afectar a otros vehículos.

El rozamiento con las capas altas de la atmósfera es una seria amenaza para los satélites operativos.

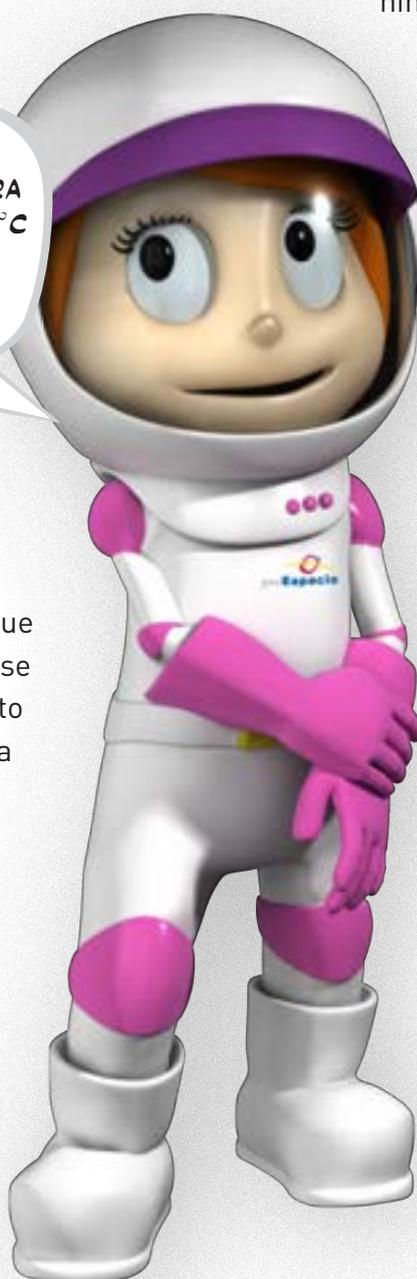
Cuando la actividad solar es alta, la atmósfera se hincha como un globo y podemos encontrar más moléculas de gas a mayores altitudes, que contribuirán a frenar los aparatos situados en órbitas más bajas. Una situación parecida provocó la reentrada y destrucción prematuras de la estación espacial Skylab, cuando la NASA estaba pensando cómo prolongar su vida útil.

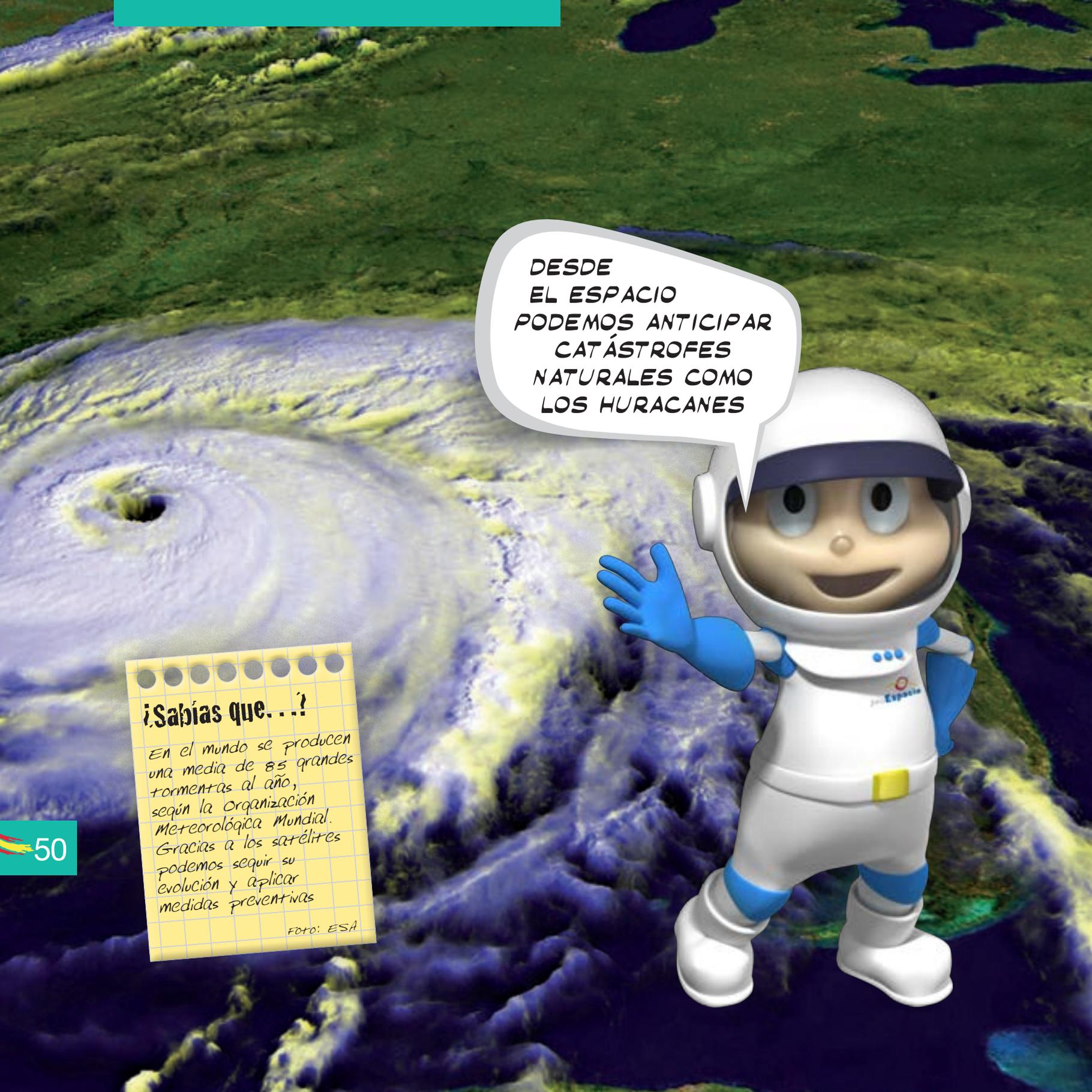
Los temperaturas extremas son otro aspecto que hay que considerar cuando tenemos un satélite en órbita. Una superficie directamente expuesta hacia el sol puede calentarse varios cientos de grados, lo que obliga a protegerla. De la misma manera, en ausencia de rayos solares (como cuando el satélite cruza una zona de eclipse de la Tierra) se pueden alcanzar temperaturas próximas al cero absoluto. Esta acusada diferencia de temperaturas se conoce como 'estrés térmico', y es otro de los retos a los que se enfrentan los ingenieros cuando diseñan un vehículo espacial.

**EN ÓRBITAS
CERCANAS A LA TIERRA,
LAS TEMPERATURAS OSCILAN
ENTRE LOS -180°C EN LA SOMBRA
DE NUESTRO PLANETA Y LOS 120°C
EN LA CARA ILUMINADA POR
EL SOL. LA PROTECCIÓN
TÉRMICA ES ESENCIAL**

Las grandes velocidades a las que se mueven (un satélite desplazándose en dirección contraria a la de un resto orbital puede sufrir un encuentro a velocidades de hasta 16 km/s) son capaces de destruir un vehículo en un impacto directo o dejarlo inutilizado por completo.

En febrero de 2009 se produjo el primer choque catalogado entre dos satélites, un componente





**DESDE
EL ESPACIO
PODEMOS ANTICIPAR
CATÁSTROFES
NATURALES COMO
LOS HURACANES**

¿Sabías que...?

En el mundo se producen una media de 85 grandes tormentas al año, según la Organización Meteorológica Mundial. Gracias a los satélites podemos seguir su evolución y aplicar medidas preventivas

FOTO: ESA

04

¿por qué?

el Espacio, un escenario privilegiado

Desde tiempos inmemoriales, la humanidad ha intentado subir a las más altas montañas buscando una nueva perspectiva desde la que contemplar el mundo. Eso nos ha permitido dominar parajes próximos y lejanos y ver lo que nos rodea de una forma distinta y más global.

En la actualidad, el espacio es nuestra atalaya más alta, mucho mejor que cualquier montaña porque constituye una plataforma de observación de la superficie terrestre. Allí podemos colocar instrumentos que miran hacia la Tierra para comprenderla mejor, e incluso otros hacia el exterior, para estudiar el sistema solar y el resto del Universo.

El espacio, en esencia, es un lugar al que se puede ir y en el que se puede trabajar; un entorno para explorar y para utilizar, con gran variedad de aplicaciones a cuál más necesaria para la sociedad de nuestros días. En la órbita terrestre, el espacio más inmediato, operan satélites con múltiples funciones y también estaciones espaciales en las que los astronautas pueden efectuar experimentos. En definitiva, el espacio se ha convertido en un escenario consolidado del cual extraemos abundantes beneficios, ya sean científicos, económicos o estratégicos.

¿Sabías que...?

La misión europea Gaia cartografiará 1.000 millones de estrellas con una cámara de 1 gigapixel de resolución

Foto: ESA

LAS PRINCIPALES APLICACIONES DE LOS SATÉLITES SON: OBSERVACIÓN DE LA TIERRA, TELECOMUNICACIONES, CIENCIA Y NAVEGACIÓN

aplicaciones

Hace varias décadas, colocar un satélite en órbita o enviar a un hombre al espacio tenía motivaciones más allá de la simple exploración, la investigación tecnológica o la experimentación científica. El prestigio y la competición entre potencias de ideologías opuestas eran ingredientes tan importantes como los anteriores. Aunque en la actualidad algunas naciones emergentes ven aún el espacio como una forma de reivindicar su poderío en una determinada región, la mayor parte de los países que envían sus vehículos al

cosmos buscan un retorno mucho más palpable. Van al espacio porque en él se pueden hacer cosas útiles y porque ello beneficia a sus ciudadanos y empresas. En otras palabras, su principal interés radica en explotar su potencial y aprovechar todas aquellas aplicaciones que hacen de la órbita terrestre y más allá la nueva arena del desarrollo tecnológico.

A continuación veremos algunas de tales aplicaciones y su importancia.

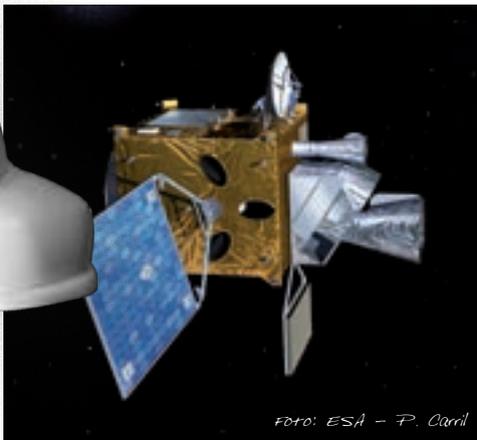


Foto: ESA - P. Carril

Europa ya está trabajando en la tercera generación de satélites Meteosat.



Foto: H. SPASAT

La teledifusión es una de las principales aplicaciones de los satélites.



Foto: NASA / JPL
Space Science Institute

Los satélites científicos han descubierto agua líquida en Encelado, uno de los satélites de Saturno.

CIENCIA ESPACIAL

La Tierra y sus alrededores han sido, en efecto, uno de los principales objetivos de la ciencia espacial desde el inicio de la era de los satélites. Gracias a cientos de vehículos que se han especializado en múltiples campos, hemos estudiado los cinturones de radiación del planeta y su magnetosfera, la incidencia de los rayos cósmicos y el viento solar, la población de meteoritos en sus cercanías y todos aquellos otros aspectos que preocupan a quienes deben garantizar la seguridad de los astronautas. Los vehículos espaciales han ayudado asimismo a estudiar la ionosfera, la forma de la Tierra y de los continentes, los movimientos tectónicos, los volcanes y un sinfín de fenómenos no menos importantes.

La astronomía espacial es uno de los sectores que más han avanzado en los últimos años, gracias a la participación de grandes observatorios colocados en órbita, como el Hubble. Con ellos se han analizado el campo magnético interplanetario y la violenta actividad del Sol, se han estudiado los planetas cercanos y la población de asteroides y cometas y se ha observado el resto del Universo desde una amplia variedad de longitudes de onda (como el visible, el infrarrojo, los rayos-X, los rayos gamma, los rayos ultravioleta o las microondas), algunas de las cuales son filtradas por la atmósfera y no se pueden estudiar de otra forma. Tampoco han faltado los instrumentos espaciales que han obtenido mucha información sobre cómo pudo ser el Universo en su infancia o aquellos que están descubriendo planetas situados alrededor de otras estrellas, que podrían tener agua líquida en su superficie.

La exploración planetaria, desde la Luna hasta el más recóndito de los planetas del Sistema Solar, ha sido motivo de una gran dedicación desde el mismo inicio de la era espacial. Innumerables sondas fueron lanzadas hacia la Luna para preparar la llegada de los astronautas del Apolo (Ranger, Surveyor...) y, posteriormente, otras misiones han continuado explorándola, lo que ha permitido que los científicos hayan elaborado teorías sobre su origen o su composición química. Hemos levantado mapas de su superficie y en estos momentos quizá sabemos más de la Luna que de los fondos marinos.

Si numerosas son las misiones que los científicos han lanzado hacia la Luna, no son pocas las que han volado hacia los otros planetas del sistema solar e, incluso, alrededor del Sol. Primero mediante sobrevuelos y, después, gracias a sondas en órbita y capaces de aterrizar.

Marte ha despertado una especial fascinación, por cuanto hay teorías que indican que hace millones de años no era tan seco ni frío y ha abierto la posibilidad de que en él se desarrollara la vida. Siguiendo el camino de las pioneras Viking, nuevas sondas intentarán explorar su superficie en busca de rastros de actividad biológica, actual o pasada. En una de ellas, el Mars Science Laboratory (o Curiosity), participa España con un experimento meteorológico (REMS) que nos dará muchos datos sobre la temperatura y el tiempo que reinan en el suelo marciano.



ALGUNOS
SATÉLITES COMO
HERSCHEL ORBITAN EN
EL PUNTO ESTABLE DE
LAGRANGE L2 PARA
REALIZAR SUS
OBSERVACIONES
CIENTÍFICAS



De Venus sabemos menos cosas, debido a su opaca atmósfera, pero una misión llamada Magallanes, equipada con un radar, puso de manifiesto su candente superficie llena de cráteres volcánicos. En cuanto a Mercurio, la época dorada de su investigación está por llegar, gracias a la nueva sonda Messenger de la NASA y a la futura BepiColombo, de la ESA.

El Sol se encuentra bajo permanente vigilancia desde la Tierra, pero también hemos enviado sondas que han intentado acercarse u observarlo desde otras perspectivas: las naves europeas Ulysses y SOHO, las Helios germano-estadounidenses o la misión HELEX, un programa en curso, conjunto de la ESA-NASA, que incluye el Solar Orbiter de la ESA y los Solar Sentinels de la NASA que trabajarán coordinados y combinarán los datos obtenidos.

¿Sabías que...?

Huygens es el objeto realizado por el hombre que más lejos ha llegado, hasta Titán, a 1.300 millones de km de la Tierra

FOTO: ESA/AGOS Medialat

Las imágenes más atractivas de los planetas, sin embargo, proceden seguramente de nuestras exploraciones del sistema solar exterior. Nuestras visitas a Júpiter, Saturno y aún más lejos nos han permitido descubrir planetas helados de una diversidad notable. Las misiones Voyager, Galileo, Huygens y Cassini los han sobrevolado en innumerables ocasiones, como también sus lunas, y han puesto de relieve mundos fantásticos, como el neblinoso Titán, donde existen lagos de hidrocarburos líquidos, o Europa, la luna de Júpiter que podría albergar un océano líquido bajo su costra de hielo. Con las Voyager dirigiéndose hacia el lejano exterior del Sistema Solar, sólo un planeta (aunque ya no está considerado como tal) resta por visitar: Plutón, que en 2015 recibirá a un enviado nuestro llamado New Horizons.



¡Sabías que...!

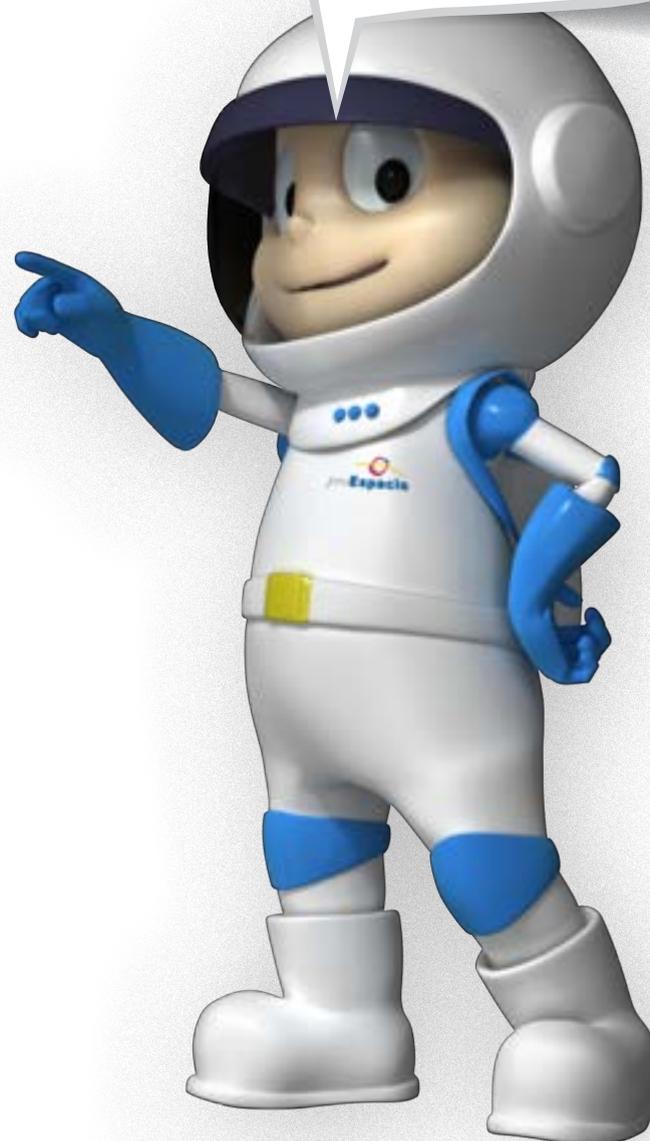
El rover Curiosity es el último vehículo de exploración marciana de la NASA que, además, cuenta con importante participación española

Foto: NASA/JPL - Caltech

Asteroides y cometas son igualmente objeto de nuestra atención. Desde la visita de la sonda Giotto al cometa Halley, varios otros han sido fotografiados. Se han recogido muestras de sus colas y se han tomado imágenes de sus núcleos. La sonda Rosetta se acercará en 2014 al cometa Churyumov-Gerasimenko y acabará posando en él el pequeño vehículo Philae. En cuanto a los asteroides, hemos sido capaces de aterrizar en algunos de ellos e incluso de capturar muestras de su superficie y traerlas a la Tierra.

Una visión de la ciencia espacial estaría incompleta si no hiciésemos mención al uso que los científicos han hecho del ambiente microgravitatorio (es decir, de muy baja gravedad) como herramienta de investigación. Los astronautas han efectuado experimentos de todo tipo en órbita, dedicados a las ciencias de la vida, la ciencia de los materiales, la física, la ingeniería, etc., ayudados por el particular comportamiento de algunos fenómenos en ausencia de gravedad. Así, se han probado nuevas aleaciones, se ha investigado sobre la combustión, se han efectuado numerosos estudios médicos (usando a menudo al astronauta como sujeto) y un sinnúmero de trabajos más que acompañan cualquier misión tripulada. En ausencia de astronautas también se pueden obtener resultados: programas como los Bion, Eureka, Foton o Resurs han enviado plataformas y satélites al espacio dentro de los cuales se han realizado numerosos experimentos que luego se han recuperado. Las posibilidades son infinitas.

**CONOCER
OTROS PLANETAS NOS
AYUDA A COMPRENDER
MEJOR CÓMO SE FORMÓ
LA TIERRA Y CÓMO
EVOLUCIONARÁ**



¿Sabías que...?

Gracias a los satélites de telecomunicaciones nos llegan las retransmisiones de los partidos 'vía satélite', desde cualquier punto del planeta y con imágenes de gran calidad

TELECOMUNICACIONES

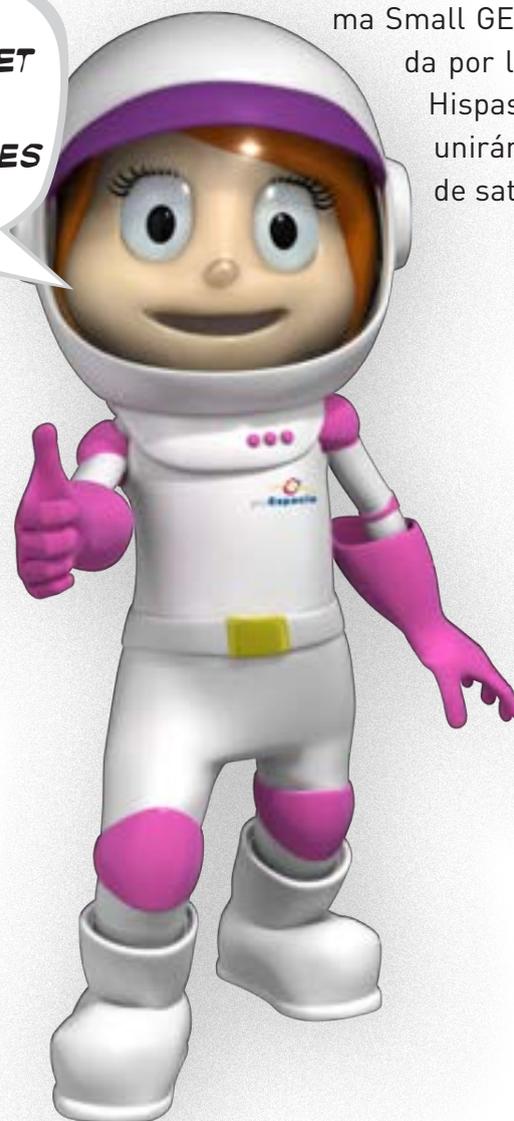
Las comunicaciones a través de satélite son probablemente la aplicación más extendida y exitosa de los ingenios espaciales. En la era de la información, la capacidad de comunicarnos sin limitaciones posee un valor extraordinario y los satélites lo han hecho posible. La tecnología 'vía satélite' está totalmente integrada en nuestra civilización: telefonía, radio y televisión, transmisión de datos e Internet, videoconferencias y comunicaciones móviles, son servicios que usan satélites rutinariamente.

Este tipo de satélites opera principalmente desde la órbita geostacionaria, a 36.000 km de la Tierra, ya que ésta permite mantener un satélite sobre un punto fijo de la superficie terrestre, lo que facilita el intercambio de señales entre ella y el espacio, y viceversa. Uno de estos aparatos puede dominar todo un hemisferio y actuar como repetidor de señales de telefonía, radio y televisión. De hecho, tres satélites geostacionarios, colocados a intervalos regulares, pueden ofrecer una cobertura completa del globo.

Durante una larga época, el precioso recurso de las comunicaciones por satélite residía en unas pocas manos. En la actualidad, cualquier país puede reservar su zona espacial. España se encuentra entre la élite de naciones que poseen sus propia flota de satélites de telecomunicaciones gracias a los operadores Hispasat e Hisdesat.

Hispasat lanzó su primer satélite al espacio, el Hispasat 1A, en 1992 y en la actualidad opera cinco satélites: los Hispasat 1C, 1D, 1E y los Amazonas 1 y 2. Estos satélites transmiten con gran potencia canales de TV y radio y, entre otros servicios, destaca Internet de alta velocidad en zonas remotas. Sus coberturas cubren toda Europa, el norte de África y el Continente Americano. En el futuro, el Amazonas 3, el Hispasat AG1, basado en la innovadora plataforma Small GEO financiada por la ESA, y el Hispasat 1F se unirán a la flota de satélites.

**LA TELEVISIÓN,
LA RADIO, LOS
TELÉFONOS O INTERNET
SON SERVICIOS QUE
OFRECEN LOS SATÉLITES
A LA SOCIEDAD**



¿Sabías que...?

Hispasat dispone de centros de control en Arganda del Rey (Madrid), Maspalomas (Islas Canarias), Rio de Janeiro (Brasil), México DF (México) y Balcarce (Argentina)

Foto: Hispasat

El otro operador español, Hisdesat, nació en 2001 con el objeto de prestar servicios de comunicaciones gubernamentales. Hisdesat opera en la actualidad los satélites XTAR-Eur y SpainSat y se prepara para operar el satélite español Paz y el satélite His-NorSat, fruto de un acuerdo de cooperación hispano-noruego.

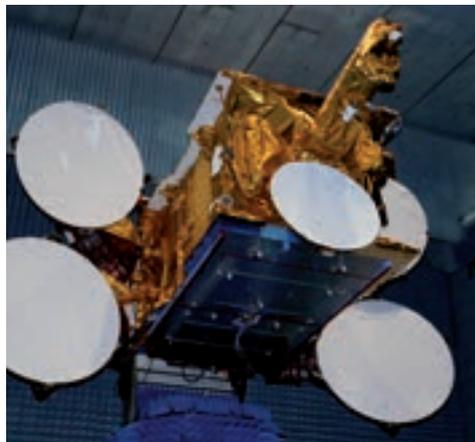
Estos satélites de comunicaciones se pueden emplear, por ejemplo, para detectar situaciones de emergencia en aviones y barcos.

A menos distancia que la órbita geostacionaria, se han enviado al espacio constelaciones de satélites de comunicaciones que operan en altitudes intermedias. Más pequeños y baratos, es el caso de los Iridium, Globalstar, Orbcomm y otros, que proporcionan acceso a teléfonos muy compactos, de manera que sus suscriptores pueden llamar a otras personas desde cualquier lugar del mundo, incluso donde no existe cobertura terrestre tradicional. Las comunicaciones móviles mediante satélite son cada vez más populares.

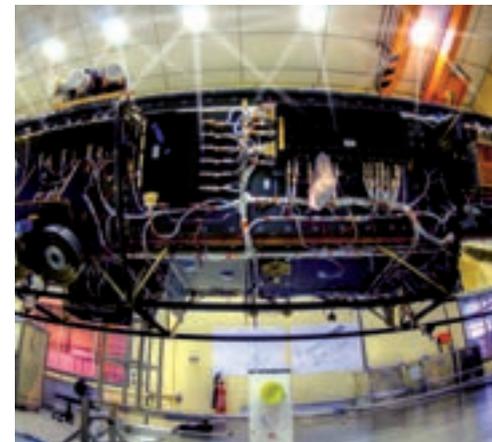
Los satélites de comunicaciones son indispensables para todas las tareas que se han mencionado y también para otras menos conocidas, como mantener el contacto entre la infraestructura espacial y la Tierra. La NASA dispone de varios satélites TDRS y la ESA cuenta con el satélite Artemis para hacer de enlace con algunos satélites científicos.



Hispasat 1C.



Amazonas 2.



PAZ.

METEOROLOGÍA

Para tener una visión general del estado de la atmósfera y de su comportamiento futuro, para poder pronosticar si lloverá pronto, si hará mucho viento o si el sol dominará prometiéndonos un magnífico día de playa, los profesionales de la meteorología tienen en los satélites uno de sus principales aliados. Los satélites meteorológicos no sólo nos envían fotografías de la capa nubosa, un buen indicador del estado del tiempo, también son capaces de medir otros factores esenciales, como las temperaturas, la humedad atmosférica o la dirección de los vientos. A partir de esta información pueden efectuarse predicciones bastante precisas.

Su utilidad trasciende al simple hecho de que pueda decirnos si mañana tendremos que coger o no el paraguas. Cuando un satélite meteorológico detecta la formación de un huracán y efectúa el seguimiento de sus movimientos y su intensidad, estamos poniendo la primera piedra para evitar que su furia cause daños y pérdidas humanas.

El primer satélite meteorológico fue Tiros-1, patrocinado por la NASA y equipado con cámaras de televisión y sensores infrarrojos que permitían distinguir las masas de aire caliente de las más frías. Desde entonces, situados en órbitas alrededor de los polos o en puntos fijos del arco geostacionario, estos vehículos se han multiplicado, impulsados por organizaciones de alcance mundial y por países muy diversos.

La mayoría de mapas que nos presentan las cadenas de televisión proceden de los satélites meteorológicos

geostacionarios, que aportan una visión de grandes zonas y permiten seguir muy bien el movimiento de los frentes nubosos. Europa cuenta en la actualidad con cuatro satélites Meteosat operativos y la nueva serie de sofisticados satélites de órbita polar MetOp. Estos últimos no sólo se ocuparán de tareas meteorológicas sino también de la vigilancia de la capa de ozono.

España ha participado en todos estos programas europeos gracias a sus contribuciones en la ESA, impulsora de su desarrollo.



¿Sabías que...?

Desde su órbita, situada a unos 35.800 km sobre el ecuador, los Meteosat giran constantemente mientras envían imágenes detalladas a intervalos de 15 minutos

FOTO: EUMETSAT

NAVEGACIÓN

La navegación por satélite y el posicionamiento global son una de las aplicaciones espaciales más conocidas en nuestra vida cotidiana. No es difícil encontrar un automóvil moderno que lleve entre sus accesorios un receptor GPS mediante el cual podremos determinar nuestra posición exacta sobre la superficie terrestre.

El sistema fue ideado en los años 60, cuando Estados Unidos decidió que necesitaba de tal servicio para guiar sus misiles hacia objetivos concretos. La utilidad en el ámbito civil pronto resultó evidente.



Foto: ESA/ P. Schirot

¿Qué hacen estos satélites situados en órbitas diversas, como un enjambre rodeando la Tierra? Simplemente emiten una señal de radio que incluye información horaria del momento en que fue generada. De esta forma, un receptor instalado, por ejemplo, en un automóvil, puede calcular automáticamente a qué distancia se halla del satélite. Si recibe ese tipo de información de varios satélites al mismo tiempo, los cuales se encontrarán en puntos distintos del cielo, tendremos todo lo necesario para triangular nuestra posición y determinar así nuestras coordenadas de longitud, latitud y altitud. En otras palabras, sabremos en todo momento dónde estamos sobre un mapa y a qué velocidad avanzamos. Un programa especial será entonces capaz de indicarnos qué ruta seguir para llegar a un determinado lugar.

Dos son los sistemas principales en activo: el GPS estadounidense y el GLONASS ruso. Ambos tienen numerosos satélites en órbita, que garantizan una cobertura casi completa. Y aunque estos sistemas siguen siendo usados por los militares, disponen de señales libres lo bastante precisas para que cualquiera pueda utilizarlas. Con ellos, los *rallies* en el desierto son más seguros y las motos que siguen a los ciclistas pueden informar mejor de los tiempos y las distancias entre los corredores. El transporte terrestre o los taxistas tienen en el GPS una ayuda muy valiosa, lo mismo que los barcos en alta mar, cuando el mal tiempo limita su visibilidad. Los científicos, por su parte, emplean el GPS de forma rutinaria, marcando yacimientos arqueológicos, midiendo el desplazamiento de fallas tectónicas, haciendo



**¡CON LOS
SATÉLITES DE
NAVEGACIÓN
Y POSICIONAMIENTO
GLOBAL ES IMPOSIBLE
PERDERSE!**

¿Sabías que...?

Los satélites de
navegación serán
un elemento clave
en el futuro para
descongestionar el
tráfico aéreo

Foto: Eurocontrol

mapas más precisos para construir carreteras o vías ferroviarias...

Pero hay un problema. Debido a su origen militar, en caso de guerra sus patrocinadores se reservan el derecho de apagar la versión libre del sistema para no dejar que el enemigo se aproveche de él. Dado que su uso está cada vez más extendido, es evidente que la sociedad no puede permitirse prescindir de este servicio, así que, consciente de la importancia de la navegación por satélite, Europa ha apostado por poner en pie un sistema propio e independiente llamado Galileo.

España ha sido uno de los países que han impulsado más decididamente el desarrollo de esta constelación, que ya tiene varios satélites en órbita y que en los próximos años irá completándose. El sistema precursor EGNOS se probó exitosamente en los aeropuertos españoles y varias compañías del país trabajaron para hacerlo realidad. De hecho, España y sus empresas tienen una presencia considerable en el consorcio que desarrolla, opera y explota los servicios derivados de Galileo. El 70 por ciento de la industria espacial española ha participado de un modo u otro en los satélites Giove, la fase de validación del sistema Galileo. España es el quinto país europeo por orden de participación en el programa.

LA OBSERVACIÓN DE LA TIERRA

Los humanos vemos el mundo a través de nuestros ojos, unos órganos que sólo están adaptados al tipo de radiación solar que llamamos visible y que es el que consigue atravesar la atmósfera terrestre y alcanzar el

suelo. Debido a ello, estamos limitados de forma natural a una estrecha gama de colores, que va del rojo al violeta, si bien tenemos otro órgano especializado, la piel, que puede detectar el infrarrojo térmico (el calor).

Para tener acceso a la radiación no visible (infrarrojos, ultravioleta, microondas, etc.), hemos tenido que inventar sensores especializados que, a su vez, nos muestran el planeta desde una perspectiva totalmente diferente, casi extraña. Situando dichos sensores a bordo de satélites hemos logrado una gran cantidad de información adicional sobre nuestro mundo que, de otro modo, estaría fuera de nuestro alcance. Sus ojos electrónicos son capaces de penetrar en la atmósfera y de explorar magnitudes como la temperatura (a través de la radiación infrarroja) o campos como la topografía (mediante el radar). Es el arte de la teledetección, es decir, la facultad de “detectar a distancia”.

Las imágenes obtenidas por estos instrumentos, que son manipuladas para ser apreciables por el ojo humano (colores falsos), nos entregarán diversa información. Por ejemplo, los científicos saben que la vegetación refleja mucho la luz infrarroja; así pues, una imagen de este tipo nos enseñará si una determinada zona tiene abundante cubierta vegetal, o si ésta está sana.

Estos satélites trabajan sobrevolando los polos y pueden estudiar cualquier zona de la superficie terrestre. Sus objetivos serán variados, pero podemos centrarlos en tres áreas de interés: la atmósfera, los mares y las tierras emergidas. Con ellos vigilarémos la contaminación del aire, la presencia de aerosoles y el agujero de la capa del ozono, mediremos las corrien-

¿Sabías que...?

El satélite Pleiades puede adquirir imágenes sobre cualquier parte del mundo con una resolución inferior a un metro

Foto: CNES, 2012

tes oceánicas y los fondos marinos, la temperatura del agua, los vertidos, la riqueza pesquera, la abundancia de hielo y nieve, la salud de nuestros bosques y su extensión... Podremos encontrar depósitos de minerales, gestionar el crecimiento de las ciudades, dibujar mapas topográficos, localizar fallas para prevenir terremotos, detectar yacimientos arqueológicos, etc.

La historia de la observación satelital de nuestro planeta se remonta a momentos muy tempranos de la conquista espacial. Los famosos Landsat de la NASA transformaron desde 1972 nuestra forma de investigar los recursos naturales; detrás de ellos se han lanzado muchos otros satélites de varias naciones con objetivos semejantes. En Europa, el ya mencionado Envisat estuvo operativo durante diez años hasta abril de 2012. Durante este tiempo, Envisat mandó una auténtica catarata de datos sobre todos los aspectos de nuestro planeta (mar, tierra, aire y hielo). No en vano se trataba del mayor satélite de la Agencia Espacial Europea enviado al Espacio. Más recientemente, España ha tenido un papel crucial en la misión SMOS de la ESA, lanzada para observar la humedad de la superficie terrestre y la salinidad de los mares, aspectos esenciales para entender la meteorología y el clima. El avanzadísimo instrumento del satélite, llamado MIRAS, ha sido desarrollado en España.

Lanzado en 2009, el Deimos-1 es la más reciente aportación española, en este caso privada, a la observación de la Tierra mediante sensores cuyos productos pueden ser comercializados o usados por los estamentos gubernamentales. Pertenece a la constelación internacional DMC, dedicada a vigilar posibles desastres naturales.

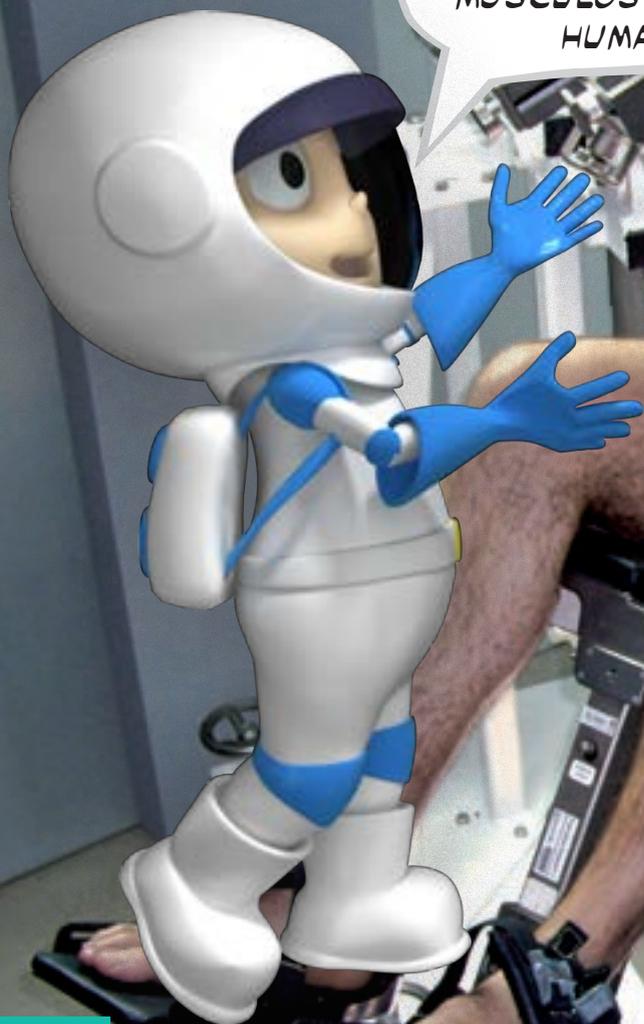
Pero ésta no será la última incursión española en este apartado, pues ya se preparan los satélites Ingenio y Paz que, además de sus labores gubernamentales, proporcionarán productos de explotación comercial, aplicables al control de recursos naturales, la prevención de catástrofes o la gestión del suelo. Paz, en particular, dispondrá de un radar para ver la superficie independientemente del tiempo o de la hora del día.

EL ESPACIO MILITAR

Las actividades relacionadas con la defensa fueron el principal impulso para el advenimiento de la era espacial, a pesar de que los primeros satélites fueran científicos. Es lógico, ya que la órbita de la Tierra es un lugar de interés estratégico, ideal para situar sistemas de vigilancia.

Los militares y los servicios de inteligencia aprovechan las capacidades de observación proporcionadas por los ingenios en órbita; son satélites que transportan verdaderos telescopios que pueden observar todo tipo de detalles, como Helios, cuyo sistema puede detectar objetos de hasta 50 centímetros de diámetro. También utilizan satélites de comunicaciones para enlazar con sus tropas desplegadas en todo el mundo, o para recibir la información que transmiten los satélites espía. Asimismo, emplean las constelaciones de navegación, como el sistema GPS, para dirigir con precisión el vuelo de sus misiles y aviones de combate, y satélites con sensores infrarrojos especiales para detectar el lanzamiento de cohetes enemigos. Otros aparatos se encargan de interceptar señales de radio. Es lo que se denomina inteligencia electrónica, que

ESTUDIANDO
A LOS ASTRONAUTAS,
MARES INVESTIGA LOS
EFECTOS QUE PROVOCA
LA INGRAVIDEZ EN LOS
MÚSCULOS DEL SER
HUMANO



¿Sabías que...?

El proyecto MARES de la ESA es un sistema para el entrenamiento de astronautas instalado en el módulo Columbus de la Estación Espacial Internacional

FOTO: SENER

permite averiguar lo que hace o dice el rival. No hay que olvidar tampoco el uso de satélites meteorológicos, que ayudan a que las acciones militares se produzcan en el mejor momento posible.

En el plano defensivo, las superpotencias desarrollan y prueban armas antisatélite, o los escudos espaciales, que impedirían cualquier ataque desde el espacio.

OTRAS APLICACIONES

La órbita terrestre disfruta de un entorno muy particular en el que reina la falta de gravedad. Ese ambiente puede usarse para fabricar productos que no podrían hacerse en la Tierra, o para realizar experimentos tecnológicos.

Son innumerables los satélites que han efectuado misiones de este tipo, y también se han hecho a bordo de estaciones espaciales como la desaparecida Mir o la actual Estación Espacial Internacional ISS.

España ha lanzado varios satélites tecnológicos. El más antiguo, si descontamos el pionero INTASAT, es el UPMSat, que construyó la Universidad Politécnica de Madrid y que ayudó a los estudiantes a aprender mucho sobre la tecnología espacial. La UPM demostró ciertamente que podía construir un microsatélite y lo utilizó para ensayar nuevos paneles solares y para realizar experimentos científicos.

Por sus características, es necesario mencionar una reciente pareja de satélites impulsada por el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial). Los Nanosat-01 y 01B, lanzados en 2004 y 2009, han ayudado a mantener el contacto con la base española en la Antártida y, además, han servido como plataforma para probar diversas tecnologías en el ámbito de los satélites de tamaño reducido.

Más pequeño aún, con sólo 1 kg de peso, es el XaTcobeo, un satélite diseñado en la Universidad de Vigo con ayuda del INTA, pensado como herramienta educativa y para ensayar una radio, un sensor de radiación y otras tecnologías.

El futuro de la exploración del espacio nos reserva aplicaciones aún más fascinantes, como la explotación de los recursos extraterrestres (la extracción de minerales valiosos hallados en la Luna o los asteroides). Se propone, por ejemplo, el aprovechamiento masivo de una sustancia llamada helio-3, disponible sólo en la superficie de la Luna, para alimentar los reactores nucleares de fusión del futuro.

Planteadas desde hace tiempo, las granjas solares, que recogerían la luz del Sol y la enviarían a la Tierra para generar electricidad, podrían ser una solución a nuestros problemas energéticos. Y quién sabe si otro problema, el calentamiento global, podría aliviarse colocando un gran parasol que arroje sombra artificial sobre grandes extensiones de terreno, que ayude a disminuir las altas temperaturas.



¿Sabías que...?

El Rover lunar era un vehículo empleado por los astronautas de las misiones Apolo 15, 16 y 17 en sus desplazamientos por la superficie lunar

Foto: NASA

05



EL TÉRMINO
ASTRONAUTA DERIVA
DEL GRIEGO, SIGNIFICA
"NAVEGANTE DEL
ESPACIO"

¿quién? el Factor Humano

Muchas personas han visto reflejados sus sueños en los viajes de los hombres y mujeres que han logrado volar al espacio. Durante los primeros años de la conquista espacial, su labor era contemplada incluso como un acto de heroísmo: gracias a la valentía de unos pocos, se giró por primera vez alrededor de la Tierra y se pisó la Luna. Un astronauta real, sin embargo, es muy distinto a Buck Rogers, Flash Gordon o Diego Valor, ídolos de los cómics.



ENTRE
LOS AÑOS 1961
Y 2011, UN TOTAL DE
523 ASTRONAUTAS
DE 38 PAÍSES HAN
VOLADO AL ESPACIO

¿Sabías que...?

Estos siete valientes
participaron en sucesivas
misiones del programa
Mercury, a partir del
año 1961

Foto: NASA

de profesión: astronauta

Para los primeros astronautas, volar a bordo de un vehículo espacial requería no sólo un entrenamiento intensivo, sino también unas condiciones que acercaban a los viajeros a la categoría de superhombres. Bien preparados física e intelectualmente, debían ser personas equilibradas, capaces de reaccionar ante la adversidad, y estar dispuestos a sacrificar una buena parte de su vida personal y familiar en favor de los objetivos buscados. Ésta es una de las razones por las que los primeros viajeros

espaciales, tanto americanos como soviéticos, fueron seleccionados de entre los grupos de pilotos de pruebas que abundaban en los años cincuenta.

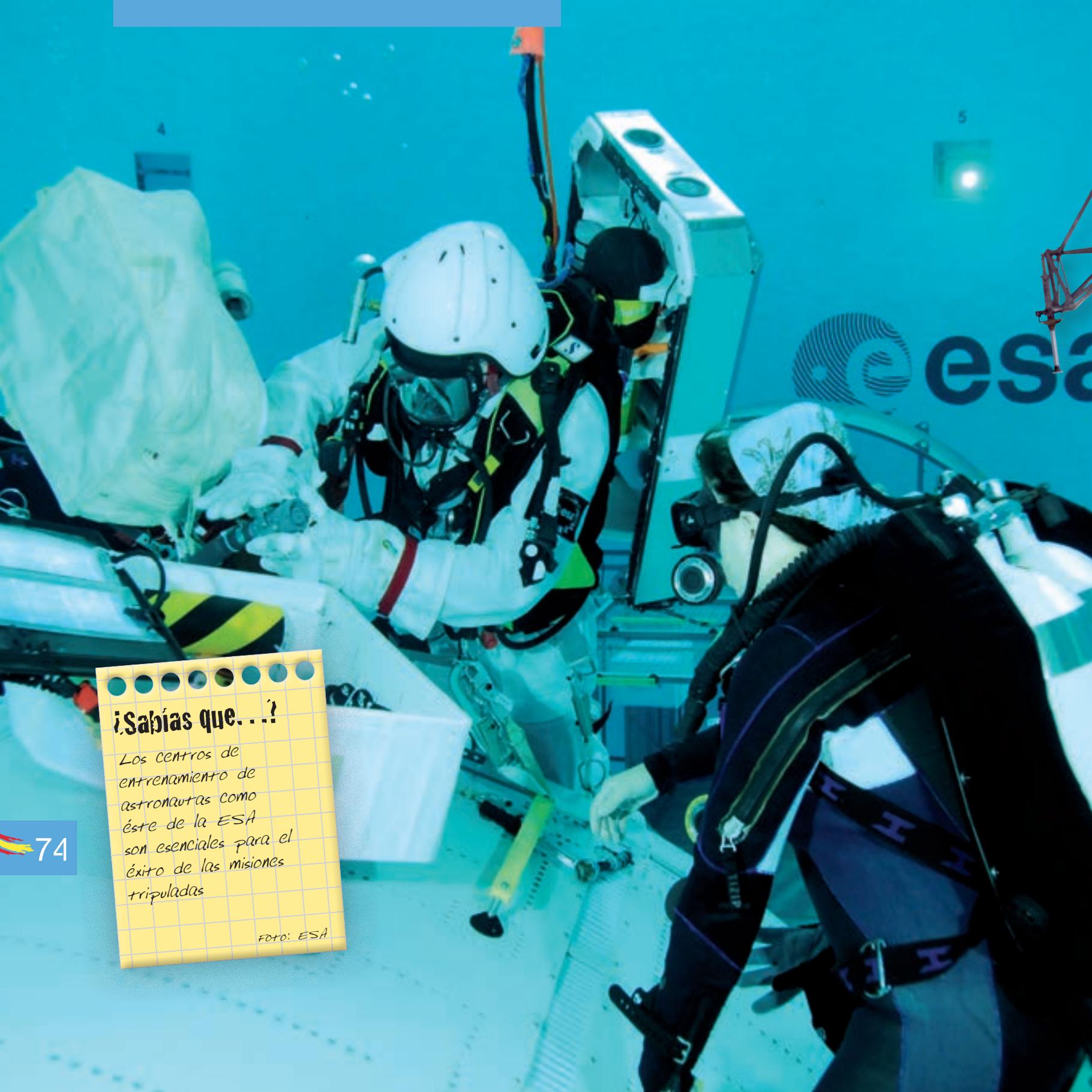
Los requerimientos físicos no son tan exigentes en la actualidad, pero los candidatos a astronauta siguen siendo personas extraordinariamente hábiles en su profesión y, sobre todo, especializadas. En Estados Unidos, por ejemplo, existen los pilotos “que manejarán la nave espacial” y los especialistas de misión

“entrenados para realizar trabajos específicos en el vehículo, como los experimentos o las salidas al exterior”. Para ser astronauta piloto hay que poseer una carrera universitaria y mil horas de vuelo en aviones a reacción. Muchos de ellos son militares. Además, deben superar una prueba de aptitud física similar a la que pasan los pilotos de aviación. Entre otras limitaciones, destacan la altura, la vista y la presión sanguínea. Los especialistas de misión, por su parte, no necesitan experiencia de vuelo y sus condiciones físicas no son tan estrictas. En cuanto a la edad, dado el largo período de entrenamiento previo (al menos 5 años), se recomienda no tener más de 38 años.

Ha habido astronautas que han volado con una edad de más de 60 años y otros que han batido récords: Valeri Poliakov acumuló casi 438 días en una sola misión, Sergei Krikalev permaneció en el espacio un total de 803 días (a lo largo de seis viajes) y Franklin Chang-Díaz y Jerry Ross efectuaron siete vuelos cada uno.

La aventura espacial no está exenta de riesgos. Varios han sido los astronautas que han muerto, ya sea entrenándose en tierra o durante un vuelo. Recordemos los accidentes de los transbordadores espaciales Challenger o Columbia. Su dolorosa pérdida, sin embargo, nunca cae en saco roto. Las desgracias servirán para identificar los puntos débiles del sistema y eliminarlos para evitar que nada parecido vuelva a ocurrir jamás.





¿Sabías que...?

Los centros de entrenamiento de astronautas como éste de la ESA son esenciales para el éxito de las misiones tripuladas

FOTO: ESA



el entrenamiento

Los astronautas no pueden considerarse como tales hasta que han realizado su primera misión. Hasta entonces, en Rusia se les considera candidatos y, en Estados Unidos, algo así como astronautas en prácticas. El camino al espacio, en todo caso, es largo. Las oportunidades de vuelo tampoco son abundantes, de modo que el cuerpo de astronautas debe mantener unas dimensiones adecuadas: las llamadas de reclutamiento se efectúan sólo cuando es necesario.

Un astronauta no suele volar más de una vez cada dos años. Ese es el tiempo mínimo para preparar una misión. Pero antes de estar disponible, un candidato debe entrenarse durante cinco años, para familiarizarse de forma general con los sistemas de las naves espaciales y los procedimientos y tareas que se llevan a cabo. Se trata de un entrenamiento que goza de herramientas muy especializadas, como los simuladores, la realidad virtual, vuelos en aviones que permiten experimentar la falta de gravedad, etc. Los candidatos a pilotos practicarán el aterrizaje y el despegue, mientras que los especialistas de misión ensayarán la utilización de herramientas, trajes espaciales (dentro de piscinas) y brazos robóticos.

Una vez el candidato, que ha sido repetidamente evaluado, supera esta larga fase inicial de entrenamiento, pasará a estar disponible para ser elegido para una misión en particular.

El alto coste de un vuelo espacial implica que todo su plan de actividades esté cuidadosamente acotado. Todo es ensayado con antelación, tanto las tareas que se espera sean necesarias como aquellas que, en caso de emergencia, sea preciso emprender.

En algunos casos, una tripulación incorporará astronautas de varios países. Los astronautas de la ESA se preparan en Colonia (Alemania), pero también pasan largas temporadas en Estados Unidos y Rusia.

Los astronautas estadounidenses trabajan en Houston, en las instalaciones del Johnson Spaceflight Center. En Rusia, el entrenamiento se lleva a cabo en la Ciudad de las Estrellas (Korolev), en las afueras de Moscú. Su rutina consistirá en estudiar, ensayar su papel en la misión, mantener su forma física, dar conferencias y participar en operaciones ya en marcha. También efectúan todo tipo de simulaciones y trabajos cuya experiencia pueda ser útil en caso de que surja una situación inesperada.

naves tripuladas

En otro capítulo examinamos cómo es por dentro un satélite artificial no tripulado. Tomándolo como punto de partida, ¿qué debería poseer una nave que además tenga que albergar seres vivos en su interior? ¿Qué elementos adicionales son indispensables para dicha tarea? En realidad, un vehículo automático y otro tripulado no son tan distintos entre sí. Ambos deben poder operar con éxito en el espacio, y hacerlo manteniendo un permanente contacto con la Tierra. Sin embargo, una nave que transporte astronautas no solamente debe garantizar su vida, también debe asegurar su retorno a casa. Los sistemas tripulados son, con toda probabilidad, el ejemplo más avanzado de tecnología astronáutica.

Las cápsulas son el sistema más sencillo para enviar personas al espacio. Una cápsula, como las viejas Mercury o Vostok, es un satélite artificial convencional, pero contiene sistemas suplementarios que permiten su pilotaje por parte de uno o más individuos, su supervivencia en el espacio y su recuperación. Más concretamente, estarán dotadas de espacio suficiente para que los astronautas puedan viajar en ellas, así como de paredes protectoras que los aislen de los peligros exteriores (radiación, temperatura, meteoritos). Tampoco pueden faltar unos asientos para que se puedan soportar mejor el despegue y la reentrada, donde las aceleraciones son muy acusadas, y un sistema de 'soporte vital' que proporcione aire respirable a los ocupantes,



Yuri Gagarin fue el primer hombre en viajar al espacio el 12 de abril de 1961.



El astronauta español Pedro Duque entrevistado en directo por televisión desde la Estación Espacial Internacional en 2003.

una forma de eliminar el CO₂ que produzcan sus pulmones, un regulador de la temperatura para mantener cómoda la estancia en la cabina, y un sistema para eliminar los desechos corporales. La cápsula debe proporcionar, asimismo, un sistema de control para su gobierno y navegación, así como todos los mecanismos necesarios para la reentrada (un escudo térmico para amortiguar el rozamiento con la atmósfera, los paracaídas para frenar la caída, etc.). Las cápsulas disponen, además, de sistemas de emergencia para alejar a los astronautas de un accidente durante el ascenso.

Este tipo de vehículos evolucionó al ritmo marcado por las necesidades de

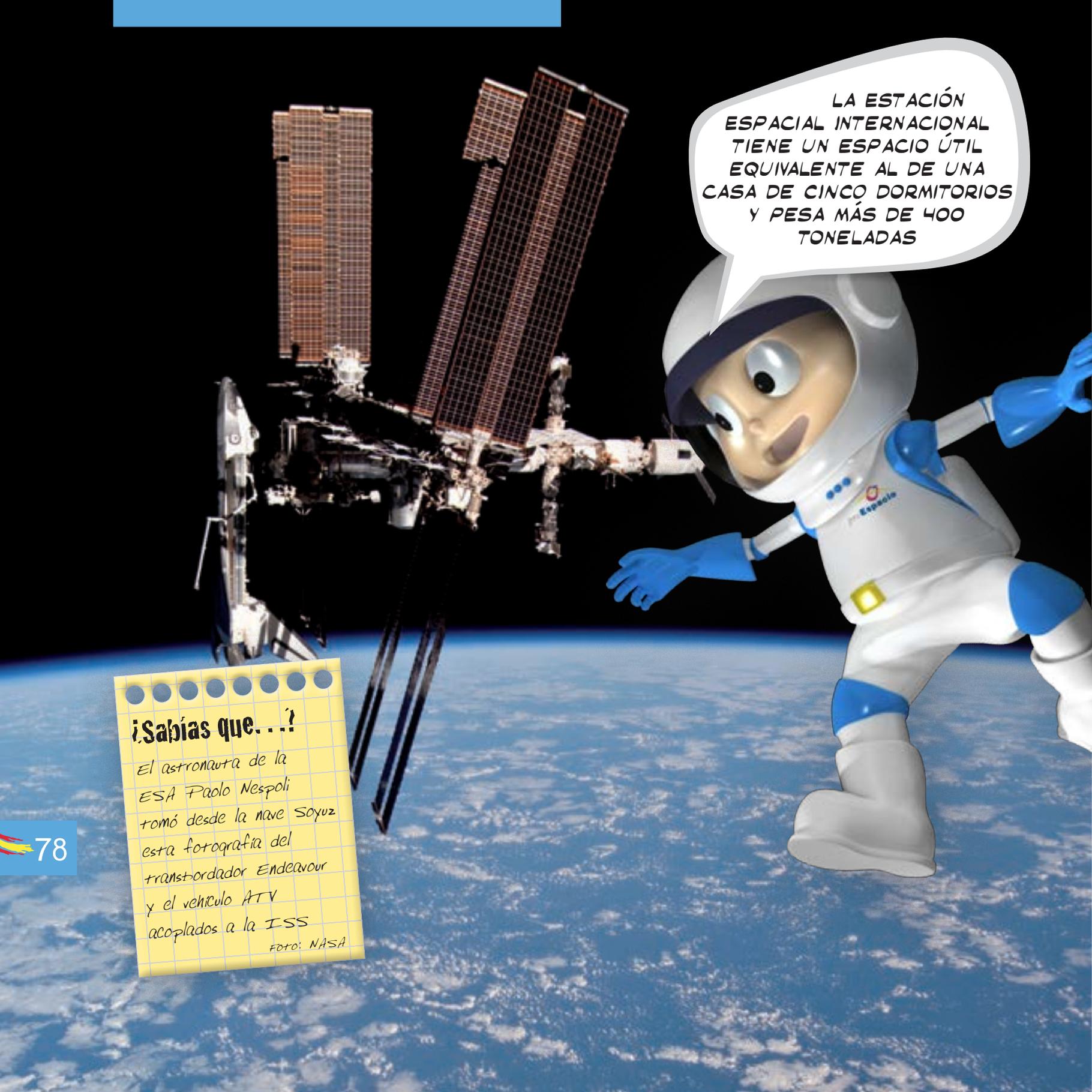
los programas espaciales. Las cápsulas se hicieron mayores y capaces de permanecer más tiempo en el espacio: las Gemini o las Apolo eran naves mucho mejores que sus predecesoras, y lo mismo ocurrió con las Soyuz respecto a las Vostok o las Voskhod soviéticas. Mejoraron sus sistemas de provisión eléctrica y su capacidad de llevar suministros y facilitaron la realización de salidas al exterior (actividad extravehicular o EVA). Las naves de segunda generación (Apolo y Soyuz), ideadas realmente para el viaje lunar, tendrían que poder acoplarse a otros ingenios y operar alrededor de nuestro satélite.

**LOS
ASTRONAUTAS
SIGUEN SIENDO
SUPERHÉROES
PARA MUCHOS
DE NOSOTROS**



La ciudad de Nueva York volcada con el recibimiento de los tripulantes del Apolo 11 el 20 de julio de 1969.

FOTO: NASA



LA ESTACIÓN
ESPACIAL INTERNACIONAL
TIENE UN ESPACIO ÚTIL
EQUIVALENTE AL DE UNA
CASA DE CINCO DORMITORIOS
Y PESA MÁS DE 400
TONELADAS

¿Sabías que...?

El astronauta de la
ESA Paolo Nespoli
tomó desde la nave Soyuz
esta fotografía del
transportador Endeavour
y el vehículo ATV
acoplados a la ISS

FOTO: NASA

Los ingenieros de los años 60 idearon vehículos tripulados extremadamente especializados, como los módulos lunares, que no necesitaban regresar a la Tierra. Su única función era llevar a los astronautas a la superficie de la Luna y devolverlos después a las cápsulas que los transportaban a casa. No necesitaban tener un aspecto aerodinámico, ni estar equipados con un escudo térmico protector. En cambio, sí debían tener unas patas para posarse en el suelo de la Luna y espacio para transportar experimentos, trajes espaciales e incluso un pequeño rover lunar para desplazamientos en el exterior.

Finalizada la carrera lunar, el punto de atención se desplazó a la órbita terrestre, donde otro tipo de vehículo tripulado empezó a abrirse paso. Hablamos de las estaciones espaciales, verdaderas casas orbitales donde los astronautas pueden pasar días, semanas y hasta meses. El Skylab americano o las Salyut soviéticas fueron la primera incursión en este campo, donde aprendimos a estudiar aspectos hasta entonces desconocidos, como la psicología del vuelo espacial de larga duración, el deterioro de la biología humana debido a la exposición prolongada a un ambiente de ingravidez, etc.

Las primeras estaciones espaciales fueron una revolución. Por ejemplo, el interior del Skylab era muy grande. Tenía varios pisos y permitía una gran libertad de movimientos a las tripulaciones que sucesivamente lo ocuparon. A pesar de todo, su vida útil sería limitada, ya que los recursos almacenados a bordo antes del despegue (comida, agua, oxígeno) eran también limitados. Tenía un compartimento para la basura, una cocina, zona de trabajo y experimentos, WC e incluso una especie de bañera hermética para la higiene personal. No faltaban los habitáculos-dormitorio, sistemas para ejercitarse y una consola de control

general, así como un telescopio solar, material para experimentos, cámaras, etc.

En el exterior, el Skylab tenía un radiador para disipar el calor, así como un escudo contra los micrometeoritos. Durante su lanzamiento, uno de los paneles solares resultó arrancado, como también el escudo, de modo que el laboratorio se convirtió en el primer escenario de reparación a gran escala de la era espacial. Afortunadamente, se instaló un parasol, se abrió el segundo panel y el Skylab pudo gozar de una vida fructífera durante el período en que permaneció ocupado.

Las Salyut eran más pequeñas, y además, de dos clases. Las Almaz eran militares, y las DOS, civiles, aunque ambas recibieron el mismo nombre. A lo largo de su historia fueron protagonistas de diversos récords de permanencia y presenciaron la llegada de decenas de cosmonautas soviéticos y de otros países del Bloque del Este. Su configuración evolucionó poco a poco: desde un módulo principal único equipado con un solo puerto de atraque para las Soyuz, hasta la estación de dos puertos que, además, podía recibir naves de carga Progress. Gracias a ello, estos laboratorios del cielo podían prolongar su funcionalidad durante largo tiempo. Las Salyut fueron escenario de paseos espaciales e innumerables experimentos. Más espartanas que el Skylab, tenían a pesar de eso todo lo necesario para una vida productiva de sus tripulaciones, que se iban turnando.

La última de las Salyut, rebautizada como Mir, fue la estación orbital más exitosa de la URSS. Además, fue la más grande, ya que era un complejo modular. Como un rompecabezas, la Mir recibió hasta cinco módulos adicionales, que ampliaron grandemente sus capacidades. Tenía equipos específicos para producir electricidad, para generar oxígeno y para



DESDE
EL 2 DE NOVIEMBRE
DE 2000, LA ISS HA
RECIBIDO LA VISITA
DE MÁS DE 200
ASTRONAUTAS

¿Sabías que...?

Los vehículos europeos ATV
llevan suministros a la ISS
de manera automática.
Una vez acoplado, ATV
sirve de laboratorio y de
motor para empujar a la
ISS y corregir su órbita

Foto: NASA

eliminar el CO₂. Las cápsulas Soyuz y las Progress de carga podían unirse a ella de forma automática o manual.

La última época de la Mir coincidió con el final de la URSS y el inicio de la colaboración con la NASA, que envió sus transbordadores espaciales hacia ella en una iniciativa que supuso plantar la semilla para el próximo gran proyecto tripulado: la Estación Espacial Internacional.

En un nuevo paso adelante de la tecnología espacial, el Space Shuttle fue básicamente un avión planeador con capacidad para permanecer un par de semanas en el espacio. Y lo más importante: podía ser reutilizado en varias ocasiones; también disponía de una bodega para transportar carga y una cabina para unos siete astronautas.

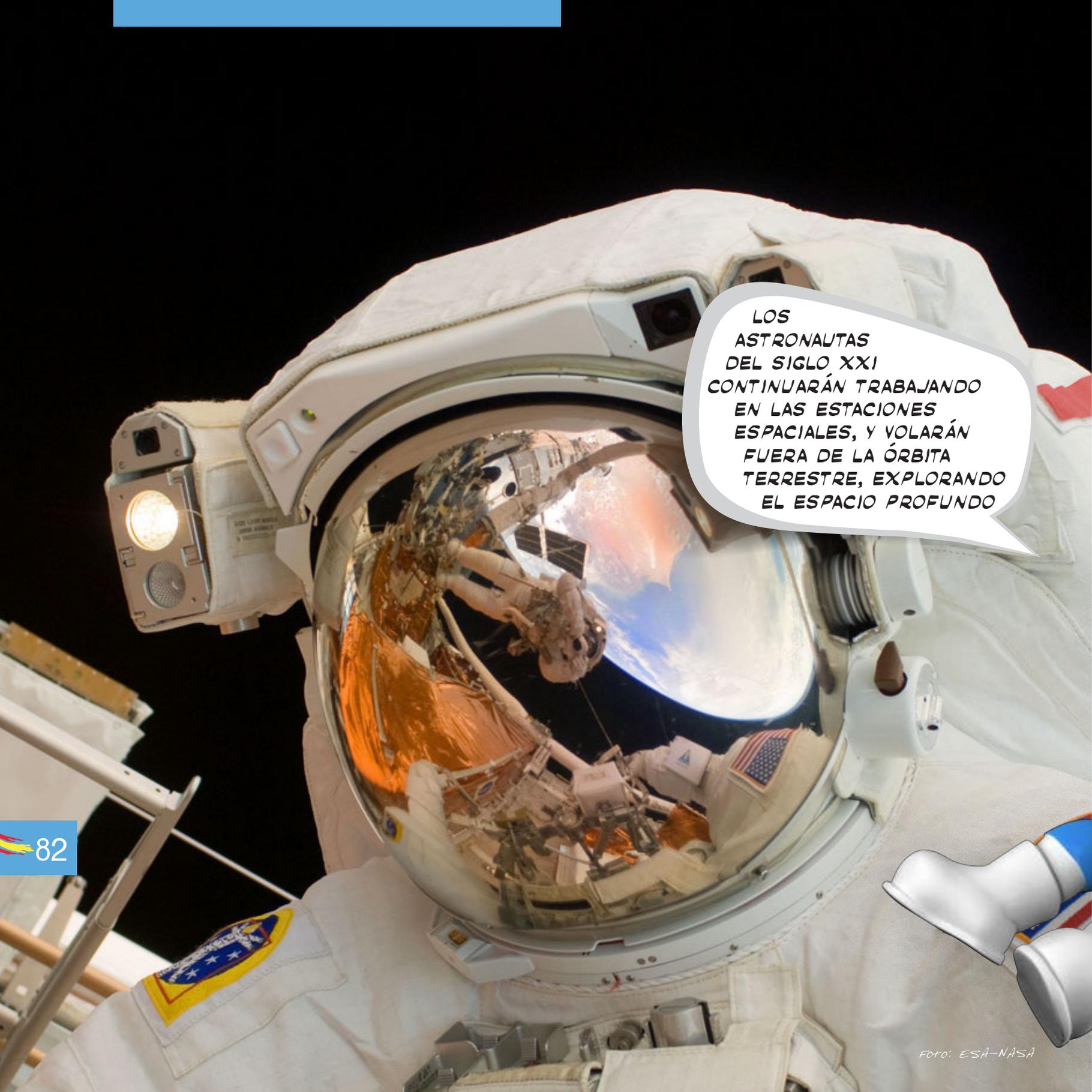
El Space Shuttle despegaba como un cohete. Tras completar su misión (como colocar un satélite en órbita, montar una estructura o situar un módulo adicional junto a la estación espacial), regresaba a la Tierra protegido por un escudo térmico reutilizable, hecho con losetas cerámicas que recubrían buena parte de su superficie. Cuando alcanzaba la altitud adecuada, el vehículo planeaba, para acabar aterrizando en el punto previsto.

Buena parte de las misiones de la denominada lanzadera espacial han estado dedicadas a construir la Estación Espacial Internacional, una iniciativa encabezada por Europa (a través de la ESA), Estados Unidos, Rusia, Japón y Canadá. Totalmente modular, es sin duda el programa espacial más complejo realizado hasta la fecha. Pensado como un gran laboratorio, en él se suceden las tripulaciones de larga duración (con permanencias de unos seis meses), que reparten su tiempo entre

el mantenimiento y la realización de experimentos. Su hogar tiene mucho volumen disponible: posee habitáculos para la tripulación, zonas de trabajo, módulos para salir al exterior, para manipular brazos robóticos... Fuera encontraremos radiadores y enormes paneles solares y, al menos, un par de naves Soyuz para el rápido regreso a casa en caso de emergencia. Hasta seis personas viven permanentemente en su interior. Varios vehículos pueden traer suministros para ellas.

La participación de Europa en la creación de la Estación Espacial Internacional ISS comprende numerosos elementos, que mencionamos a continuación: el laboratorio de investigación espacial Columbus (de casi 7 metros de longitud y un diámetro de 4.5 m) es parte integral de la ISS y acomoda diversos instrumentos para llevar a cabo experimentos científicos en condiciones de ingravidez. Los vehículos de transferencia (ATV) se encargan desde 2008 del aprovisionamiento regular de la ISS, transportando hasta 6.6 toneladas de suministros y equipos para los astronautas de la ISS. El brazo robótico europeo ERA, utilizado en el ensamblaje de la ISS, que reduce las salidas de los astronautas. Los Nodos 2 y 3 son unos módulos presurizados de conexión entre diversas partes de la ISS, incluida la zona de atraque con las lanzaderas espaciales. Finalmente, el módulo de observación Cupola, una estructura con forma de domo con siete ventanas, se utiliza para operar los brazos robóticos y como observatorio panorámico del espacio. Todos estos desarrollos han contado con participación de empresas españolas.

Hay que mencionar, por último, la cápsula china Shenzhou, con su módulo superior cilíndrico que puede ser dejado en órbita tras el regreso de los astronautas, para llevar a cabo su propia misión, ya que es autónomo.

A close-up photograph of an astronaut's helmet and visor. The visor reflects the astronaut's face and the interior of the space station, while the background shows the Earth from space. A speech bubble is overlaid on the right side of the image.

**LOS
ASTRONAUTAS
DEL SIGLO XXI
CONTINUARÁN TRABAJANDO
EN LAS ESTACIONES
ESPACIALES, Y VOLARÁN
FUERA DE LA ÓRBITA
TERRESTRE, EXPLORANDO
EL ESPACIO PROFUNDO**

los paseos espaciales

Los humanos salimos al espacio protegidos por nuestras naves. Estas nos proporcionan una atmósfera respirable, la seguridad de sus paredes, una temperatura adecuada... Pero, en ocasiones, es necesario salir al exterior, ya sea para instalar un experimento, para efectuar una reparación o para el ensamblaje de una gran estructura. Para lograrlo, necesitaremos una forma autónoma de aislarnos

de los peligros del entorno: una especie de nave en miniatura que llamamos traje espacial.

Éste se parece al traje de un buzo bajo el agua, pero es mucho más sofisticado.

Para empezar, está presurizado (se hincha como un globo) y proporciona el aire que se necesita para vivir; es un aislante térmico y protege ante posibles impactos de micrometeoritos y también, sobre todo, ante las peligrosas radiaciones cósmicas y solares.

El que utiliza la NASA es una adaptación del que se empleó en la superficie lunar. Está fabricado con numerosas capas (aislantes, resistentes a la perforación y a la radiación), y se fabrica de forma modular para adaptarse a las dimensiones del cuerpo de los astronautas. Dispone de luz y cámara. También tiene un sistema para recoger la orina. En la espalda se halla una mochila con un sistema de comunicaciones, el oxígeno, un sistema de eliminación del CO₂, una batería, un ordenador que vigila los sistemas y agua. La autonomía es de unas ocho horas. Cada uno cuesta varios millones de dólares, pero es completamente reutilizable.

Una salida al exterior supone todo un proceso. La presión interna del traje es inferior a la habitual, para aportar movilidad, de modo que el usuario debe permanecer antes varias horas purgando su torrente sanguíneo de nitrógeno, como hacen los buzos que ascienden desde grandes profundidades. Por otro lado, la apertura de la escotilla exterior se realizará dentro de la protección de un módulo esclusa, que permite evitar que se pierda el aire de toda la nave. En dicho módulo, los astronautas preparan sus herramientas, experimentos que se van a instalar, etc. Una vez fuera, y protegidos por cables de seguridad, se desplazarán impulsándose con sus brazos o con la ayuda de grúas y brazos robóticos que permitan saltar amplios espacios. Cada paso habrá sido ensayado con anterioridad.



A large satellite component is being assembled in a cleanroom. The component is a large, cylindrical structure with a highly reflective, gold-colored surface. It is suspended by a complex system of black cables and metal brackets. A worker in a white cleanroom suit and hairnet is standing on a metal ladder to the left, working on the component. Another worker in a white cleanroom suit and hairnet is standing in the foreground on the right, looking towards the component. The cleanroom has a white ceiling with recessed lights and a white wall with a window. The floor is a light-colored, polished surface. A pink hand icon is pointing towards the satellite component.

EN ESPAÑA
TRABAJAN
ALREDEDOR DE
4.000 PERSONAS
EN EL SECTOR
ESPACIAL

¿Sabías que...?

La astronáutica es, sin discusión, uno de los grandes motores del progreso tecnológico. Utiliza las posibilidades de numerosas industrias como la electrónica, la informática, las telecomunicaciones, la óptica, etc.

Foto: EADS

trabajar en el espacio



Aunque son centenares los hombres y mujeres que han viajado al espacio, éste es aún un grupo privilegiado. Muchos miles son los candidatos deseosos de alcanzar una futura plaza en una nave espacial y la mayoría no lo conseguirá, debido a la enorme competencia. Sin embargo, no es necesario ser astronauta para implicarse profundamente en la ciencia astronómica.

En efecto, para que un astronauta pueda viajar al cosmos o, de igual manera, un cohete, satélite o sonda interplanetaria, debe existir detrás un numeroso grupo de especialistas, ingenieros y técnicos, directores de programa, científicos e incluso economistas y políticos, que den forma a un proyecto y lo hagan posible.

La ingeniería es quizá el ámbito que reclama el mayor número de plazas (aeronáutica, electrónica...). De sus diseños surgirán los sistemas que harán realidad las naves del mañana. No obstante, se necesitan químicos que encuentren nuevos materiales, médicos que investiguen el papel del ser humano en órbita, físicos que calculen cómo viajar de forma eficiente y, cómo no, científicos que desarrollen experimentos y analicen los resultados obtenidos por los vehículos y los astronautas en sus viajes.

Algunas personas eligen la carrera militar para convertirse en pilotos de aviones a reacción y aspirar luego a hacer lo propio en una nave espacial. Pero también es verdad que todos son licenciados o doctorados en alguna especialidad, muchos son ingenieros o científicos. Los jóvenes que quieran volar algún día al espacio o trabajar en algún programa relacionado, aquí en la Tierra, deberán perseverar en su esfuerzo por seguir ese camino. La educación y la preparación, así como el trabajo colectivo y el conocimiento de otros idiomas, serán el principal atajo hacia ese objetivo.

Quizá alguno se convierta, andando los años, en la primera persona que pise Marte.



¿Sabías que...?
*Imagen aérea del
centro de la ESA
en Villanueva
de la Cañada,
cerca de Madrid*

Foto: ESA

**LA ESA
NACIÓ EN 1975 Y
ESPAÑA ES UNO
DE LOS PAÍSES
FUNDADORES**

la ESA: nuestra agencia espacial

LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA

La agencia Espacial Europea (ESA) es nuestra agencia espacial, la agencia espacial de todos los europeos. La ESA es para los europeos lo que la NASA es para los americanos. La ESA es hoy una de las agencias espaciales más importantes del mundo.

La ESA se puso en marcha en 1975 y está constituida por 19 países. La mayoría de esos países son demasiado pequeños para participar en grandes proyectos espaciales por su cuenta. Al trabajar de manera conjunta con otros países, pueden desempeñar un papel importante en muchas actividades espaciales.



¿Sabías que...?

ESAC es la sede de las misiones de astrofísica y de exploración del Sistema Solar de la ESA

FOTO: ESA

Los países miembros de la ESA son Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia, Suiza y Rumanía.

España es un país muy importante dentro de la ESA, es miembro fundador y el quinto país en importancia tras Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. Hoy por hoy, no hay proyecto de la ESA que no cuente con la contribución de ingenieros o científicos de nuestro país, quienes participan a través de nuestras industrias y centros de investigación.

ACTIVIDADES

La misión de la ESA consiste en elaborar el programa espacial europeo y llevarlo a cabo. La ESA es una de las pocas agencias del mundo que entre sus actividades cubre todo el espectro del segmento espacial: ciencia; tecnología; cohetes; observación de la tierra; navegación por satélite; vuelos tripulados y telecomunicaciones. De esta forma, los programas de la Agencia se diseñan con el fin de conocer más a fondo la Tierra, el entorno espacial que la rodea, el Sistema Solar y el Universo, así como para desarrollar tecnologías y servicios basados en satélites y fomentar la industria europea. La ESA también trabaja en estrecha colaboración con organizaciones espaciales no europeas.

TRABAJADORES

La ESA cuenta con unos 2.200 trabajadores en plantilla, 200 de ellos españoles, entre los que se incluyen científicos, ingenieros, especialistas en tecnología de la información y personal administrativo de todos sus Estados Miembros.

CENTROS DE LA ESA

La ESA tiene centros en Francia, Holanda, Alemania, Italia, Inglaterra y España. La ESA cuenta además con su propia base de lanzamientos, el Puerto Espacial Europeo, que está situado en la Guayana Francesa, y su propio centro de Astronautas en Colonia, en Alemania. Además la ESA cuenta con oficinas permanentes en Washington, Houston y Moscú, que facilitan la cooperación con la NASA y con la Agencia Espacial Rusa, Roscomos.

En España la ESA tiene el centro de ESAC, en Villanueva de la Cañada, cerca de Madrid. ESAC es el alma científica de la ESA, la sede de las misiones de astrofísica y de exploración del Sistema Solar de la Agencia Espacial Europea. En España también está la estación de espacio profundo de Cebreros, en la provincia de Ávila. En Cebreros, la ESA cuenta con una antena de 35 metros de diámetro. Esta antena es clave para las operaciones de las misiones científicas más lejanas.

¿Sabías que...?

La industria espacial necesita jóvenes mentes que desarrollen los programas espaciales del mañana

Foto: Hispasat

06

¿cuánto?

lo que cuesta explorar y volar al espacio

LA TECNOLOGÍA
ESPACIAL SE HA
HECHO INDISPENSABLE,
¿QUÉ HARÍAMOS
SIN ELLA?



La inversión en espacio, igual que en cualquier otra infraestructura, es costosa. Lidar con la fuerza de la gravedad, la radiación cósmica o las temperaturas extremas es, a día de hoy, una labor compleja. Mano de obra cualificada y fuertes inversiones en innovación son requisitos obligados para cualquier país que quiera hacer uso de la infraestructura espacial.

Si bien los costes son elevados, los beneficios no lo son menos. No es casualidad que los países más avanzados a nivel mundial sean los que más invierten en el espacio. Los países con mayor desarrollo espacial están mejor preparados para los retos del futuro. Ya sea proteger nuestro medioambiente, preservar los recursos naturales, fortalecer la competitividad de la economía o hacer frente a una amenaza de impacto de un asteroide contra la Tierra, la inversión en infraestructura espacial es un bien difícil de cuantificar.

**EL PRESUPUESTO
ESPACIAL EN EUROPA
EQUIVALE A 10 EUROS
AL AÑO POR
PERSONA**



¿cuánto cuesta?

Según datos de la Agencia Espacial Europea, la inversión pública de cada ciudadano europeo equivale a 10 euros anuales. Las cifras en España son aún más modestas. El presupuesto público anual en espacio ronda los 250 millones anuales; unos 5 euros por persona/año.

El precio de los satélites varía mucho en función de su tamaño, sus prestaciones y su aplicación. Aunque existen pequeños satélites muy económicos, un satélite típico de observación de la Tierra o de telecomunicaciones basado en una plataforma estándar cuesta entre 100 y 200 millones de euros. Este precio incluye los costes del lanzamiento y las operaciones desde el centro de control. Los satélites científicos, al ser desarrollados por completo a medida, son sensiblemente más caros. Las especificaciones son también distintas, puesto que no es igual diseñar un satélite para la órbita geostacionaria terrestre que para orbitar Mercurio.



¿Sabías que...?

Las misiones ATV son monitorizadas y controladas desde el Centro Espacial de Toulouse en Francia

FOTO: ESA

¿es rentable?

¿Cuánto valdría el descubrimiento de una nueva fuente de energía limpia e ilimitada gracias al estudio de partículas en los rayos cósmicos? ¿Cómo valoraríamos la rentabilidad de una infraestructura espacial que evitase el impacto de un asteroide contra la Tierra? ¿Cuál sería la rentabilidad del descubrimiento en condiciones de microgravedad de una vacuna contra alguna de las grandes enfermedades del mundo? Éstos, y otros más, son sólo una muestra de los objetivos que persigue la industria espacial. El valor científico del espacio es incuestionable.

Cuantitativamente, la rentabilidad de la inversión en espacio es algo más que probado. Existen numerosos estudios elaborados por distintos organismos que hablan del efecto multiplicador de la inversión espacial. Un buen ejemplo, uno de los más independientes y a la vez conservadores, es el estudio publicado por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en 2011 bajo el título "The Space Economy at a Glance 2011". Según este estudio, y considerando un período de 10 años, la industria espacial es capaz de generar una facturación conjunta que multiplica por 5 la inversión inicial. Si se incluyen los beneficios indirectos en otros sectores y se mantienen los criterios más

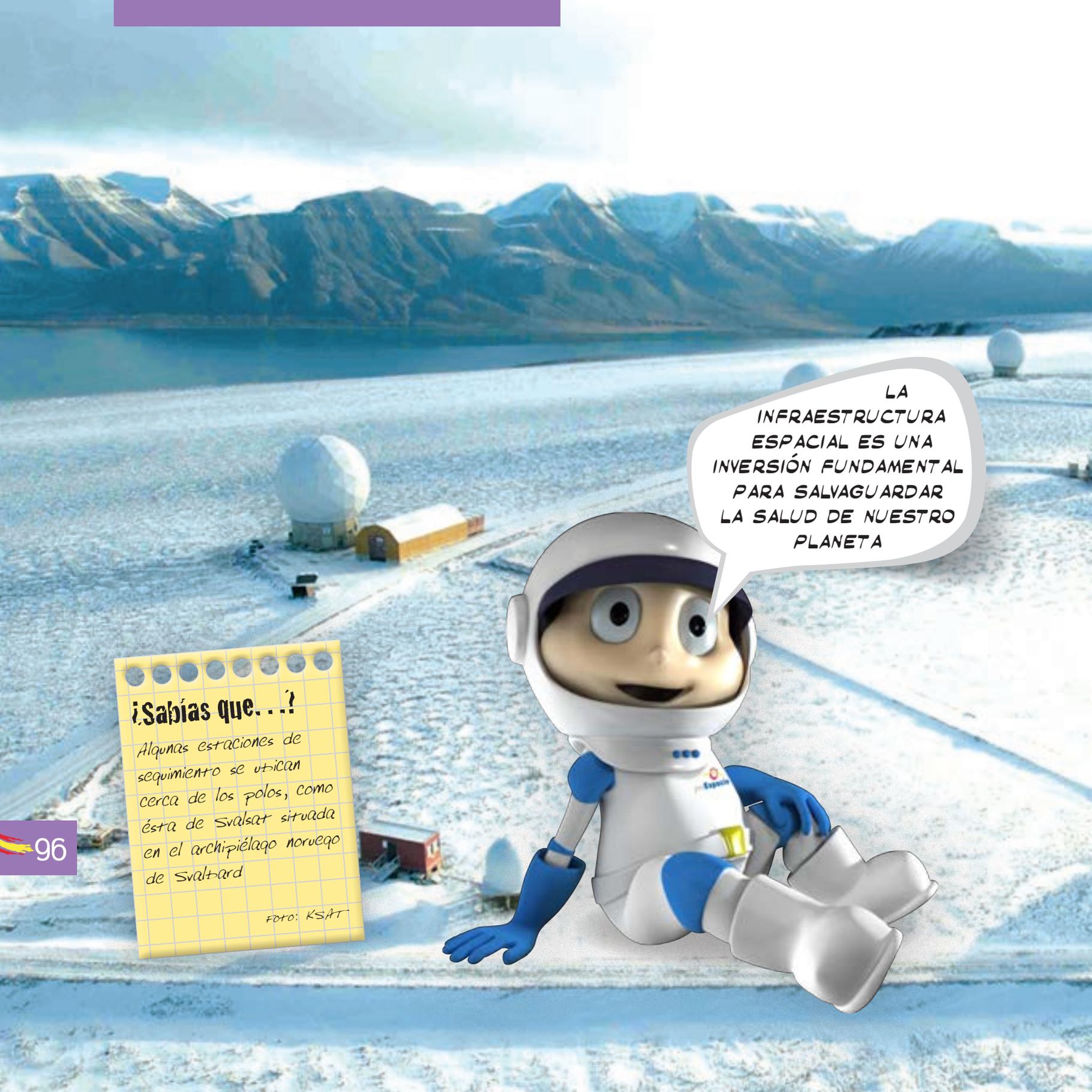
conservadores, la facturación multiplica por 10 la inversión inicial.

**LA INDUSTRIA
ESPACIAL APORTA
UN VALOR
INCALCULABLE
A LA SOCIEDAD**

Por citar otro ejemplo más, se calcula que el sistema Galileo en 2020 llegará a los 2.400 millones de usuarios potenciales. Como vemos, las perspectivas de negocio de la infraestructura espacial son sobresalientes.

También es necesario mencionar que la inversión pública se centra en programas científicos y tecnológicos. Son misiones puramente innovadoras, sin carácter comercial, pero que representan la punta de lanza de la tecnología espacial. Estas misiones son las que permiten a la industria dar saltos cualitativos en su ingeniería y sirven de banco de pruebas para validar desarrollos que posteriormente se implantarán en satélites comerciales. La rentabilidad del sector espacial requiere un aporte institucional multinacional que pueda afrontar las fuertes inversiones en I+D.





LA
INFRAESTRUCTURA
ESPACIAL ES UNA
INVERSIÓN FUNDAMENTAL
PARA SALVAGUARDAR
LA SALUD DE NUESTRO
PLANETA

¿Sabías que...?

Algunas estaciones de seguimiento se ubican cerca de los polos, como ésta de Svalbard situada en el archipiélago noruego de Svalbard

Foto: KSAT

los beneficios

Más allá de la rentabilidad, la inversión en espacio nos aporta incalculables beneficios que podemos enmarcar en seis categorías:

Soberanía

Los países miembros de la Agencia Espacial Europea, como España, gozamos de soberanía plena a la hora de acceder al espacio. Europa lleva más de 35 años desarrollando lanzadores y satélites de manera que la independencia y autonomía están garantizadas.

Proteger nuestro medioambiente

Los satélites son una excelente atalaya para observar la evolución del clima en la Tierra y recabar información sobre la atmósfera, la tierra, el mar y los casquetes polares. Los satélites de observación de la Tierra contribuyen a una mejor gestión de los recursos naturales y se han convertido en una herramienta clave en la toma de decisiones respecto al medioambiente.

Mejorar nuestra vida cotidiana

Ver la televisión, consultar la predicción meteorológica, navegar por internet o usar un navegador son actividades cotidianas que realizamos gracias a los satélites. El desarrollo espacial está ayudando en el mundo entero a mejorar las infraestructuras de los países para aumentar el desarrollo económico y el bienestar social.

Aumentar la seguridad

Los satélites brindan una ayuda esencial en la detección y alerta de catástrofes, ya sean causadas por el hombre o por causas naturales. Los satélites contribuyen a la detección temprana y al intercambio de información para acciones de respuesta urgente. Otros usos necesarios son el control de fronteras, el seguimiento de grandes movimientos migratorios de personas o la reducción de los riesgos de cualquier tipo de transporte.

Estimula la necesidad de conocimiento

La comunidad científica ha encontrado en los desarrollos espaciales una fuente de información impensable tan sólo 50 años atrás. El espacio es una fuente inagotable de conocimiento para los científicos y de inspiración para los jóvenes. Alrededor de 85.000 jóvenes europeos se interesaron por el último proceso de selección de astronautas de la ESA.

Potencia la economía

Declarado como sector estratégico por la Unión Europea, el espacio es uno de los primeros sectores en crecimiento, inversión en I+D, creación de valor añadido y volumen de exportación. Además, los desarrollos espaciales son fácilmente permeables a otros sectores industriales, por lo que se multiplican los ingresos indirectos.



¿Sabías que...?

Los paneles fotovoltaicos de las plantas solares terrestres son muy parecidos a los que llevan incorporados todos los satélites para aprovechar la energía solar

transferencia de tecnología, palpando el espacio

La tecnología desarrollada bajo la exigencia de los programas espaciales ha permitido acumular un gran número de inventos que han tenido una aplicación posterior e incluso aún más fructífera en nuestra vida cotidiana. A menudo el ciudadano de a pie ignora que fueron desarrollados o potenciados para ser empleados en primer lugar en el exterior de la Tierra. Veamos algunos de ellos.

Las populares cámaras digitales emplean un dispositivo llamado CCD para detectar la luz de las imágenes y convertirla en impulsos eléctricos. Este chip electrónico se maduró en los años 70 para el telescopio espacial Hubble de la NASA. También se utiliza en aplicaciones médicas.

Para mejorar el entrenamiento de sus astronautas, la NASA avanzó notablemente la técnica llamada realidad virtual, que permite que un ordenador reproduzca un entorno no real, con el usuario viéndose proyectado a sí mismo en su interior. Gracias a unas gafas y a unos guantes especiales, el sujeto puede interactuar con dicho escenario.

La necesidad de mantener el agua limpia y esterilizada a bordo de las naves espaciales llevó a los ingenieros a desarrollar sistemas que eliminan de forma segura las bacterias. Se han empleado en países del tercer mundo y para el mantenimiento de piscinas.

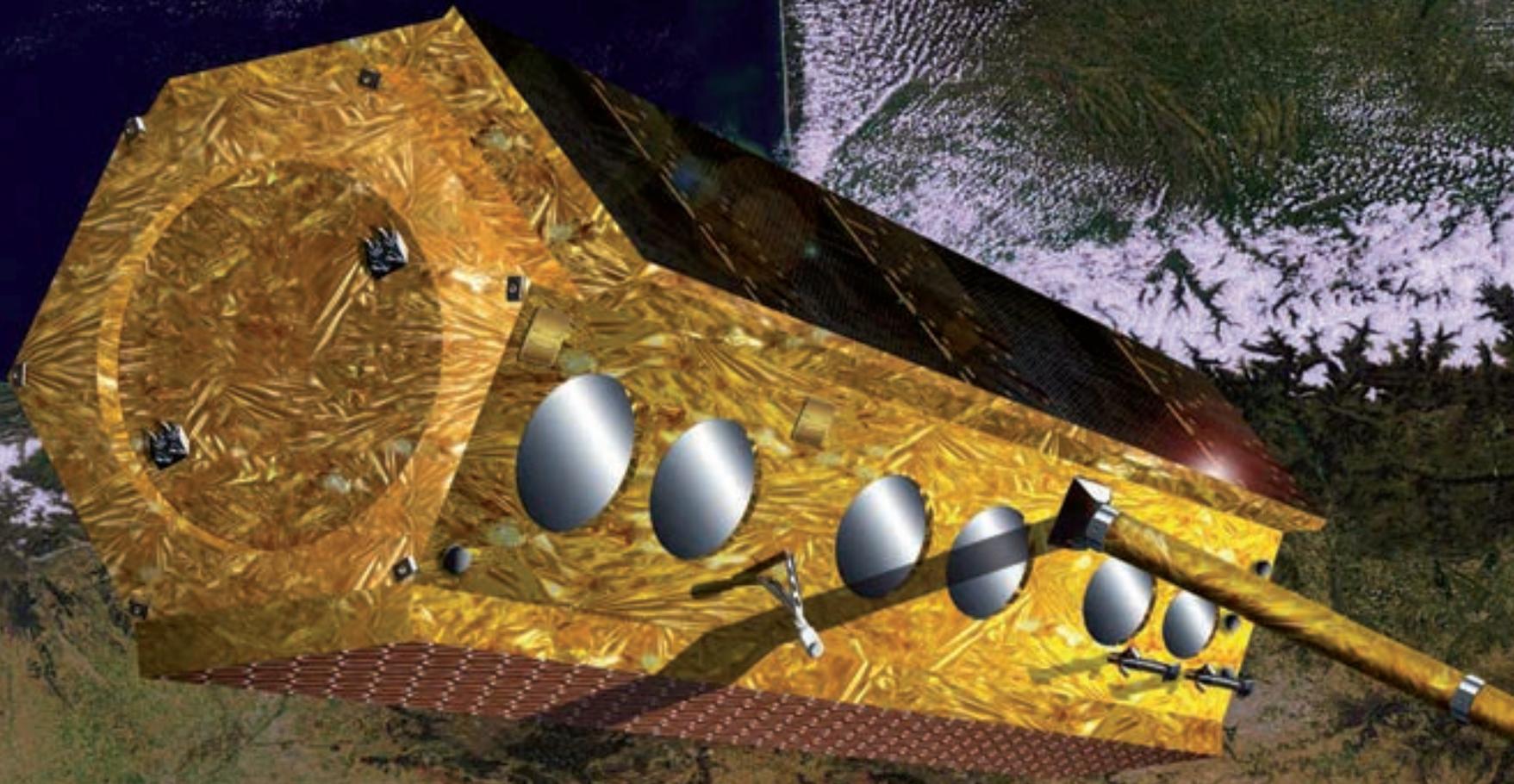
Las necesidades energéticas de los satélites han impulsado la creación de sistemas fotovoltaicos cada vez más eficientes. Las células solares, utilizadas desde el inicio de la era espacial, son empleadas para múltiples aplicaciones terrestres.

Los estudios en telerobótica espacial han permitido diseñar una silla de ruedas que se controla con la voz. El ingenio posee un brazo manipulador que posibilita efectuar tareas simples, como abrir una puerta, recoger objetos, mover interruptores...

Los programas ideados para procesar imágenes enviadas desde el espacio, haciéndolas más claras y productivas, se usan ahora para elaborar fotografías del interior del cuerpo humano.

Otros avances han tenido usos deportivos: los estudios sobre el rozamiento, de utilidad en los programas espaciales, han permitido desarrollar un bañador revolucionario que reduce la fricción del nadador en el agua. Los últimos campeones olímpicos lo han usado.

La ESA cuenta con un programa de transferencia de tecnología que ha logrado transferir más de 200 tecnologías creadas originalmente para el espacio y que han sido aplicadas en áreas tan diversas como la Formula 1, la ingeniería civil o en innovaciones médicas.



¿Sabías que...?
España contará con los satélites Ingenio y Paz para la observación de la Tierra

Foto: Hisdesat

07

*ESPAÑA
TUVO SU PRIMER
SATÉLITE EN 1974,
EL INTASAT*



¿cuándo?

España en el espacio

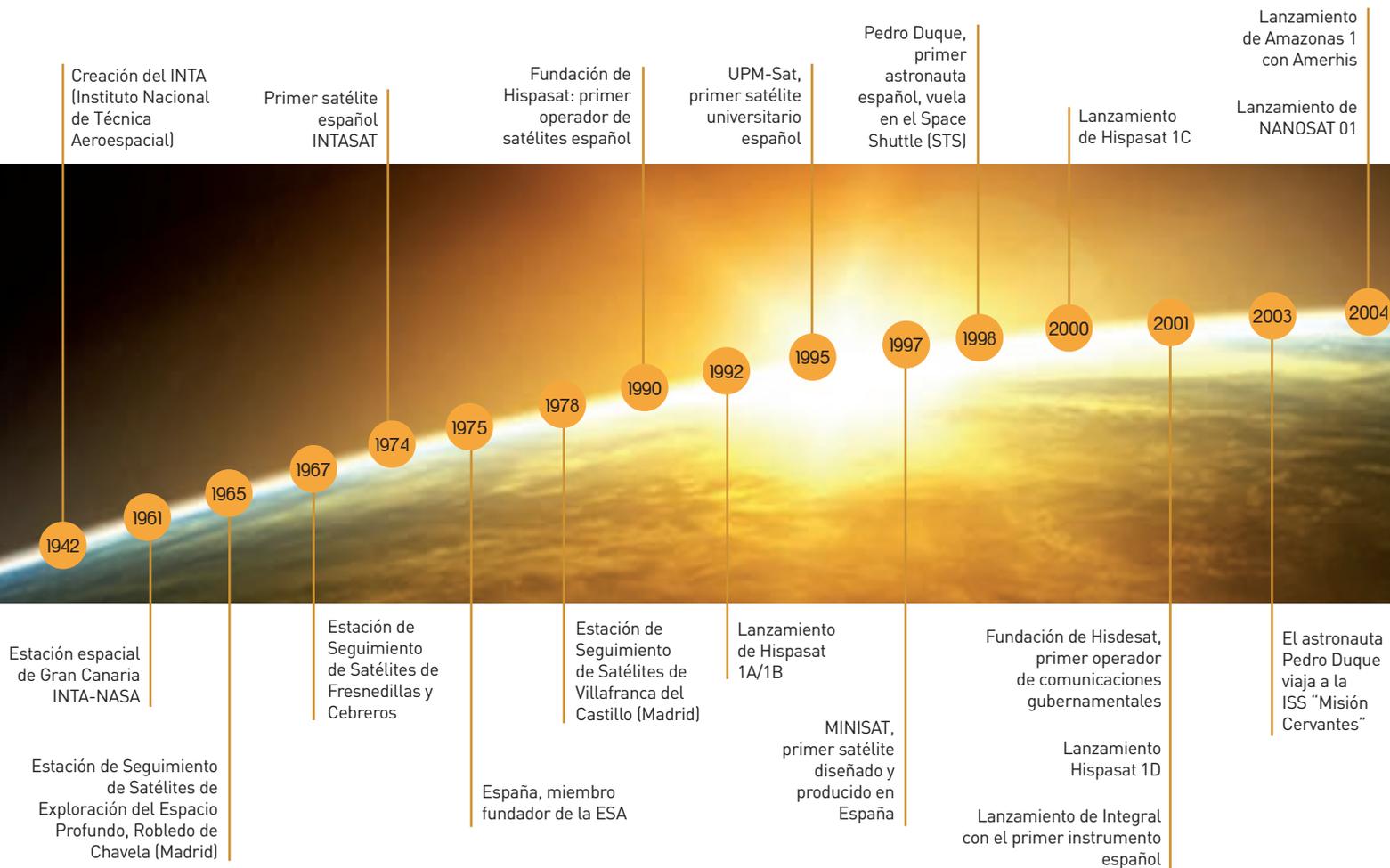
Hoy en día, más de 4.000 personas en España trabajan en el espacio. Nuestro país cuenta con una importante industria que participa en las principales misiones espaciales del ámbito internacional, desde lanzadores hasta módulos para la Estación Espacial Internacional (ISS), satélites de comunicaciones, satélites meteorológicos y programas de exploración planetaria así como misiones científicas para estudiar los misterios de la creación del universo.

101

Entre las principales misiones internacionales con desarrollos españoles podemos mencionar los satélites meteorológicos Meteosat, el satélite SMOS para estudio de la salinidad del océano y humedad del suelo, el satélite GOCE para la medición del campo gravitatorio, los satélites Galileo, que permiten el posicionamiento y la navegación de coches, barcos, aviones, etc., y satélites que miran hacia el Universo, los satélites científicos: telescopios espaciales, sondas planetarias, vehículos rover, etc.

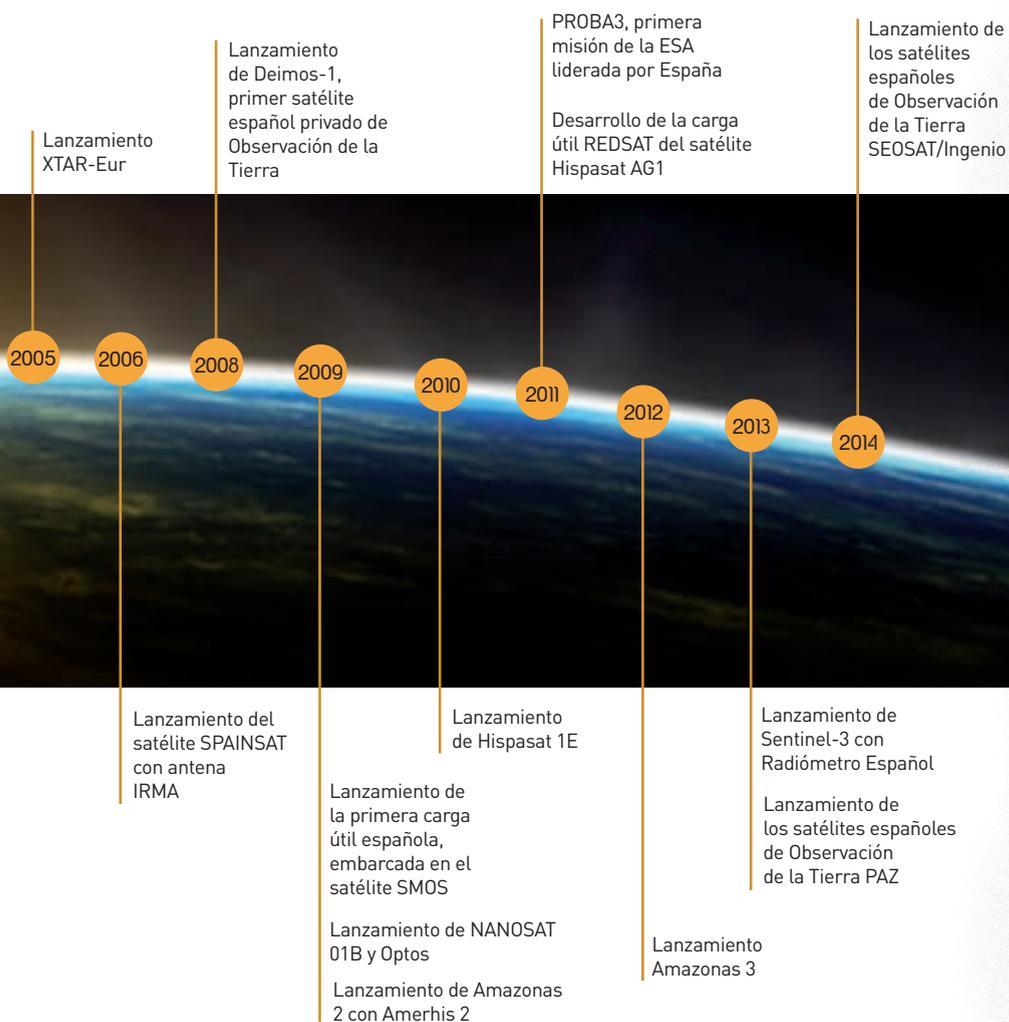
Por ejemplo Gaia, que catalogará hasta 1.000 millones de estrellas del universo, el rover Curiosity del Mars Space Laboratory, que recorrerá el territorio marciano estudiando su entorno, el satélite de la ESA BepiColombo, que viajará hasta Mercurio para desvelar los secretos del planeta más cercano al Sol, y programas asociados a la Estación Espacial Internacional (ISS), como el laboratorio europeo de experimentación en microgravedad Columbus y el Vehículo Automático de carga de la ESA (ATV).

Principales hitos Españoles en el espacio (1942-2014)



España cuenta además con una comunidad científica muy destacable, compuesta por universidades y centros de investigación que explotan los datos recabados por los satélites en sus misiones científicas. Los principales centros de investigación que hacen uso de productos espaciales son el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que abarca numerosas disciplinas, el Observatorio Astronómico Nacional, el Instituto de Astrofísica de Canarias y el Instituto de Astrofísica de

Andalucía, que utilizan las observaciones de telescopios espaciales, o el Instituto Geológico y Minero de España, que levanta mapas especializados de la superficie. Hay que citar también el Centro de Astrobiología que busca la respuesta a las cuestiones sobre la vida y su origen. De igual forma, el Instituto Geográfico Nacional, o el Instituto Nacional de Meteorología, hacen un uso intensivo de imágenes satelitales para sus fines.



**ESPAÑA
ES LA QUINTA
POTENCIA
EUROPEA EN
ESPACIO**

Glosario

- **Aceleración:** incremento de la velocidad debido a la aplicación de una fuerza externa.
- **Acelerador:** cohetes suplementarios laterales que ayudan al despegue.
- **Acelerómetro:** mecanismo que mide la aceleración de un vehículo.
- **Acoplamiento o atraque:** unión en el espacio de dos naves.
- **Actividad extravehicular:** paseo espacial realizado por un astronauta (EVA).
- **Afelio:** Máxima distancia con respecto al Sol de un cuerpo orbitando a su alrededor.
- **Amerizaje:** aterrizaje sobre un mar u océano.
- **Antisatélite:** arma capaz de inutilizar un satélite (láser, impacto...).
- **Apoastro:** máxima distancia de un objeto en su órbita alrededor de un astro.
- **Apogeo:** máxima distancia de un objeto en su órbita alrededor de la Tierra.
- **Apolunio o aposelenio:** máxima distancia de un objeto en órbita alrededor de la Luna.
- **Astronauta:** la persona que navega a través del espacio.
- **Astronáutica:** ciencia que estudia la tecnología y la teoría para navegar a través del espacio.
- **Balístico:** movimiento de un proyectil bajo la acción de la fuerza gravitatoria.
- **Cámara de combustión:** en el motor de un cohete, lugar donde se quema el combustible. Los gases producidos saldrán por una abertura donde se halla la tobera.
- **Cápsula recuperable:** cápsula que regresa a la Tierra y puede ser reutilizada.
- **Carga útil:** la carga que transportará el cohete o la nave espacial.
- **Célula de combustible:** dispositivo que produce energía eléctrica y agua a partir de oxígeno e hidrógeno, gracias a un procedimiento químico inverso a la electrólisis.
- **Célula solar o fotovoltaica:** célula que convierte la luz solar en energía eléctrica.
- **Centro de control:** instalación desde donde se mantiene contacto constante con el vehículo espacial, controlando todos sus parámetros.
- **Cinturones de Van Allen:** bandas de radiación que rodean la Tierra.
- **Circunlunar:** relacionado con la circunvalación de la Luna.
- **Cita espacial:** actividades de encuentro entre dos naves espaciales.
- **Cohete múltiple o multietapa:** cohete compuesto por varias etapas de impulsión, que funcionan de forma sucesiva o en paralelo.
- **Cohete de frenado o retrocohete:** motor que reduce la velocidad de un vehículo.
- **Combustible:** sustancia que se quema para producir empuje.
- **Complejo de lanzamiento:** infraestructura para propiciar el despegue de un cohete.
- **Cosmódromo:** nombre ruso aplicado a los centros de lanzamiento.
- **Cosmonauta:** palabra rusa equivalente a astronauta.
- **Criogénico:** propergol (combustible u oxidante) en estado líquido debido a las bajas temperaturas a las que es sometido, como el oxígeno o el hidrógeno líquidos.
- **Cuenta atrás:** conteo horario descendente durante el cual se sigue una lista de comprobaciones que hay que llevar a cabo antes de un lanzamiento.
- **Elementos orbitales:** parámetros que definen una órbita (inclinación, excentricidad...).
- **Empuje:** fuerza de propulsión que actúa sobre un cohete.
- **ESA:** Agencia Espacial Europea.
- **Esclusa:** zona que permite aislarla del resto de una nave espacial y su despresurización para que un astronauta pueda salir al exterior sin vaciar la atmósfera de todo el vehículo.
- **Escudo térmico:** protege el vehículo espacial de la fricción atmosférica, que produce un aumento sustancial de la temperatura exterior.
- **Estación de seguimiento:** controla y sigue la trayectoria de un cohete o nave espacial. Emplea antenas y dispositivos para comunicarse con el vehículo.
- **Geostacionario:** objeto situado en la órbita del mismo nombre, circular, ecuatorial y situada a unos 36.000 Km de la superficie.
- **Giróscopo o giroscopio:** dispositivo compuesto por una rueda que gira alrededor de un eje. Este eje puede moverse en cualquier dirección. Se emplea para medir la orientación de la nave ya que la rotación de la rueda mantiene el eje en una dirección determinada fija.
- **Gravedad artificial:** la fuerza centrífuga, en un vehículo que gira alrededor de un eje, puede simular la sensación de peso que experimentamos en la Tierra.
- **Hipergólicos:** propergoles que entran en ignición por simple contacto.
- **Impulso específico:** magnitud que indica el impulso por unidad de masa de propergol consumido.

- **Inclinación:** ángulo del plano de una órbita con respecto al ecuador del astro alrededor del cual se mueve un objeto.
- **Ingravidéz:** se experimenta cuando no actúan fuerzas sobre un cuerpo o cuando éstas se cancelan entre ellas.
- **Inyector:** dispositivo que introduce los propergoles a presión en la cámara de combustión.
- **Lanzador:** cohete destinado a lanzar un vehículo espacial.
- **Loseta térmica:** pieza aislante que protege térmicamente a los transbordadores espaciales durante la reentrada.
- **Masa:** cantidad de materia que posee un cuerpo. La masa no varía, a diferencia del peso, que depende de la gravedad que actúe sobre ella.
- **Microgravedad:** es difícil alcanzar la ingravidéz total, por eso es preferible utilizar la palabra microgravedad (se hallan presentes microfuerzas).
- **Módulo:** pieza que formará parte de una nave espacial mayor (por ejemplo, una estación).
- **Motor de plasma:** produce empuje al acelerar plasma con campos eléctricos y magnéticos.
- **Motor iónico:** consigue empuje por la aceleración de partículas ionizadas.
- **Newton:** unidad de fuerza equivalente a dar a una masa de 1 kg una aceleración de 1 m/s².
- **Órbita:** trayectoria alrededor de un cuerpo sometida a su campo gravitatorio.
- **Órbita de aparcamiento:** órbita provisional previa a una trayectoria definitiva.
- **Órbita ecuatorial:** órbita con cero grados de inclinación, que sigue el plano del ecuador.
- **Órbita heliosincrónica:** órbita de inclinación casi polar, sincronizada con el Sol para permitir observar la superficie del planeta siempre bajo las mismas condiciones de iluminación.
- **Órbita polar:** inclinada 90 grados respecto al ecuador, permite sobrevolar los polos.
- **Oxidante:** reacciona con el combustible para producir la combustión en el interior del motor.
- **Periastro:** mínima distancia de un objeto alrededor de un astro.
- **Perigeo:** mínima distancia de un objeto en órbita alrededor de la Tierra.
- **Perihelio:** mínima distancia de un objeto alrededor del Sol.
- **Perilunio o periselenio:** mínima distancia de un objeto alrededor de la Luna.
- **Período orbital:** tiempo que se necesita para dar una vuelta completa alrededor de un astro.
- **Perturbación:** influencia externa que modifica la órbita o la velocidad de un vehículo.
- **Plataforma de lanzamiento:** zona sobre la que se coloca el cohete para proceder al lanzamiento. Posee equipos para su control y mantenimiento previos al despegue.
- **Propergoles:** combustibles y oxidantes. Pueden ser sólidos, líquidos o híbridos.
- **Radioisótopos:** partículas que se desintegran por radiactividad natural, ocasionando calor. Los generadores de radioisótopos aprovechan este calor para producir electricidad.
- **Reentrada:** reingreso en la atmósfera de una nave espacial tras finalizar su misión.
- **Satélite:** cuerpo natural o artificial que orbita alrededor de otro más grande.
- **Sensor:** dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión y la transmite adecuadamente.
- **Sonda interplanetaria:** vehículo que es enviado en ruta de escape para visitar otros cuerpos del Sistema Solar.
- **Suborbital:** trayectoria de velocidad y orientación insuficientes para alcanzar una órbita.
- **Subsatélite:** satélite expulsado desde otro vehículo espacial.
- **Teledetección:** observación de un objetivo mediante sensores, a distancia.
- **Telemetría:** sistema para transmitir información, resultados y órdenes, entre un vehículo espacial y la Tierra, o viceversa.
- **Tobera:** cono en forma de campana situado en la salida de los gases de la cámara de combustión. Permite que éstos se expandan y salgan a gran velocidad, produciendo empuje.
- **Traje espacial:** traje presurizado que sirve para mantener con vida al astronauta, protegiéndolo del medio ambiente exterior. Suministra oxígeno, una temperatura adecuada, etc.
- **Transpondedor o repetidor:** equipo a bordo de un satélite que se encarga de recibir una señal de radio o televisión y de reenviarla tras ser procesada.
- **Trajectory:** ruta que sigue un vehículo, antes o después de la fase de propulsión.
- **Vela solar:** sistema de propulsión que aprovecha la presión fotónica del viento solar para generar un empuje.
- **Velocidad de escape:** es la velocidad necesaria para abandonar definitivamente el campo gravitatorio de un cuerpo.
- **Velocidad orbital:** velocidad necesaria para equilibrar la fuerza de gravedad y la fuerza centrífuga en una trayectoria paralela a la superficie del astro, permitiendo una órbita estable.
- **Ventana de lanzamiento:** período variable durante el cual se producen las condiciones óptimas para un despegue, como la posición del punto de destino, iluminación, mínimo consumo, etc.

Los autores...



www.altertechnology.com



www.astrium.eads.net

Crisa

www.crisa.es



www.dasphotonics.com



www.gmv.es



www.gtd.es



www.hisdesat.es



www.hispasat.es



www.indracompany.com



www.insa.es



www.mier.es



www.nte-sener.es



www.sener.es



www.starlab.es



www.tecnalia.com



www.thalesalieniaspace.com



www.deimos-space.com



IberEspacio
Tecnología Aeroespacial

www.iberespacio.es

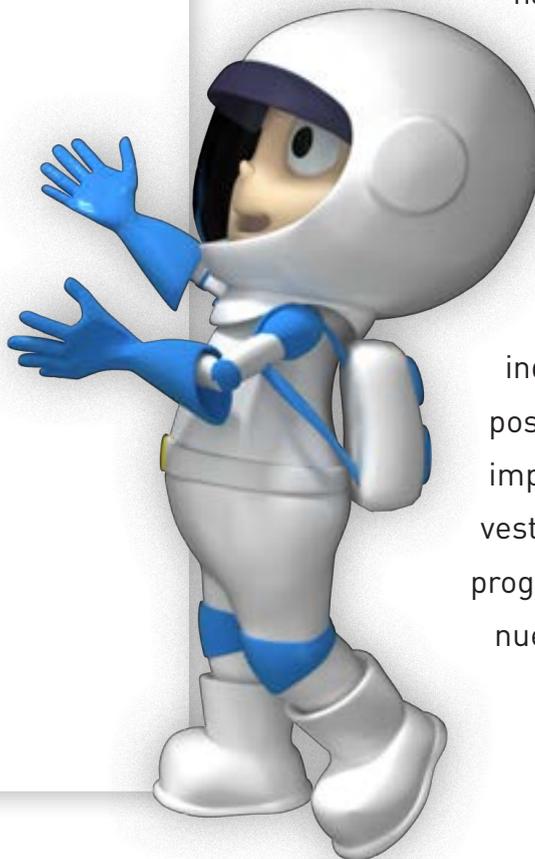


www.rymsa.com

Colabora:



www.esa.int



los autores del libro

Tan importante como trabajar por y para el espacio es hacer llegar al ciudadano los beneficios que éste nos reporta. Divulgar la astronáutica, sus aplicaciones y los privilegios que nos proporciona es, sin duda, una tarea esencial. Los colaboradores de esta obra son conscientes de esta necesidad, y apuestan decididamente por facilitar a la sociedad el acceso a estos nuevos conocimientos. Las empresas que conforman la industrial espacial española y que han hecho posible este libro, están comprometidas a seguir impulsando la difusión de la información, las investigaciones y los resultados derivados de los programas espaciales, los mismos que facilitan nuestra vida y la dotan de tecnología y bienestar.

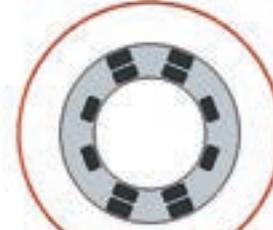
Recorta y aprende!! ATV



atv7



atv6



Pega a 1 mm. de la cartulina



atv8

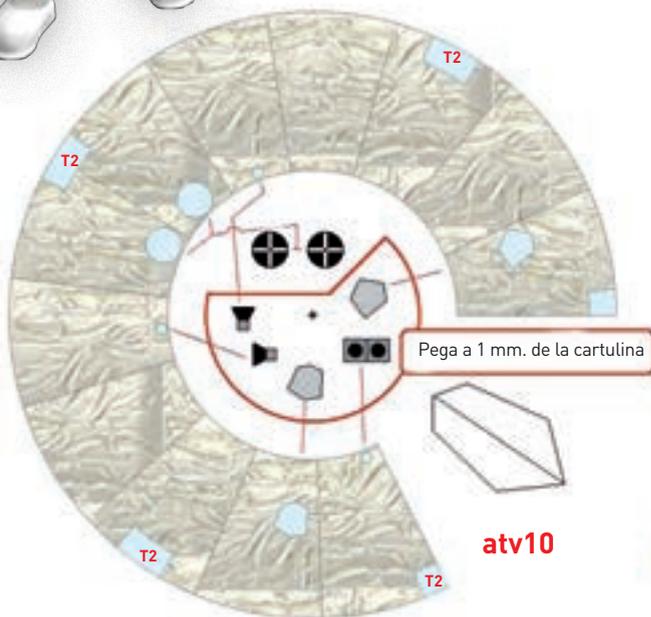
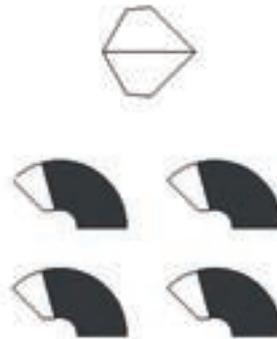
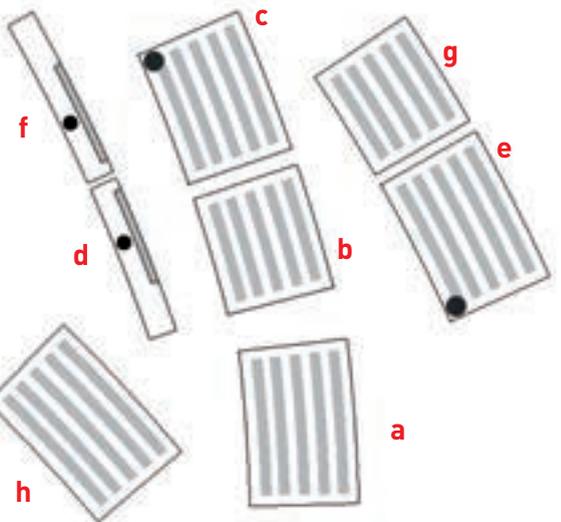
atv13

Alinear con la junta



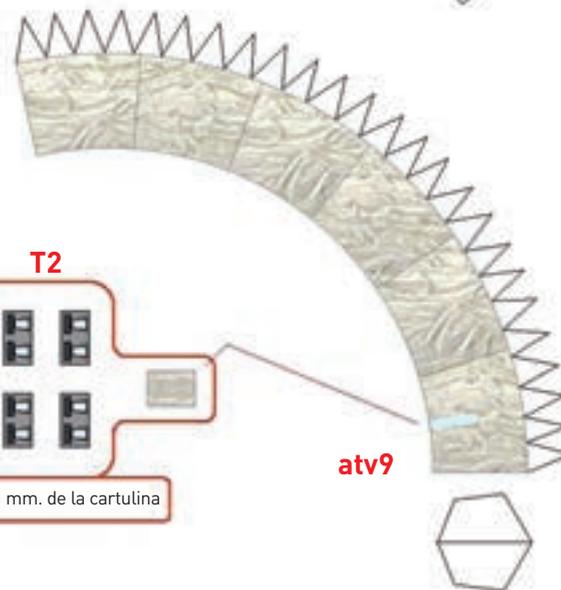
Pega a 1 mm. de la cartulina

atv12



Pega a 1 mm. de la cartulina

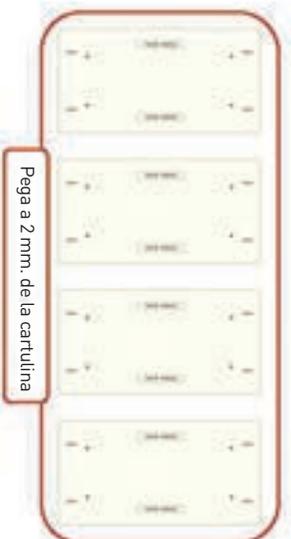
atv10



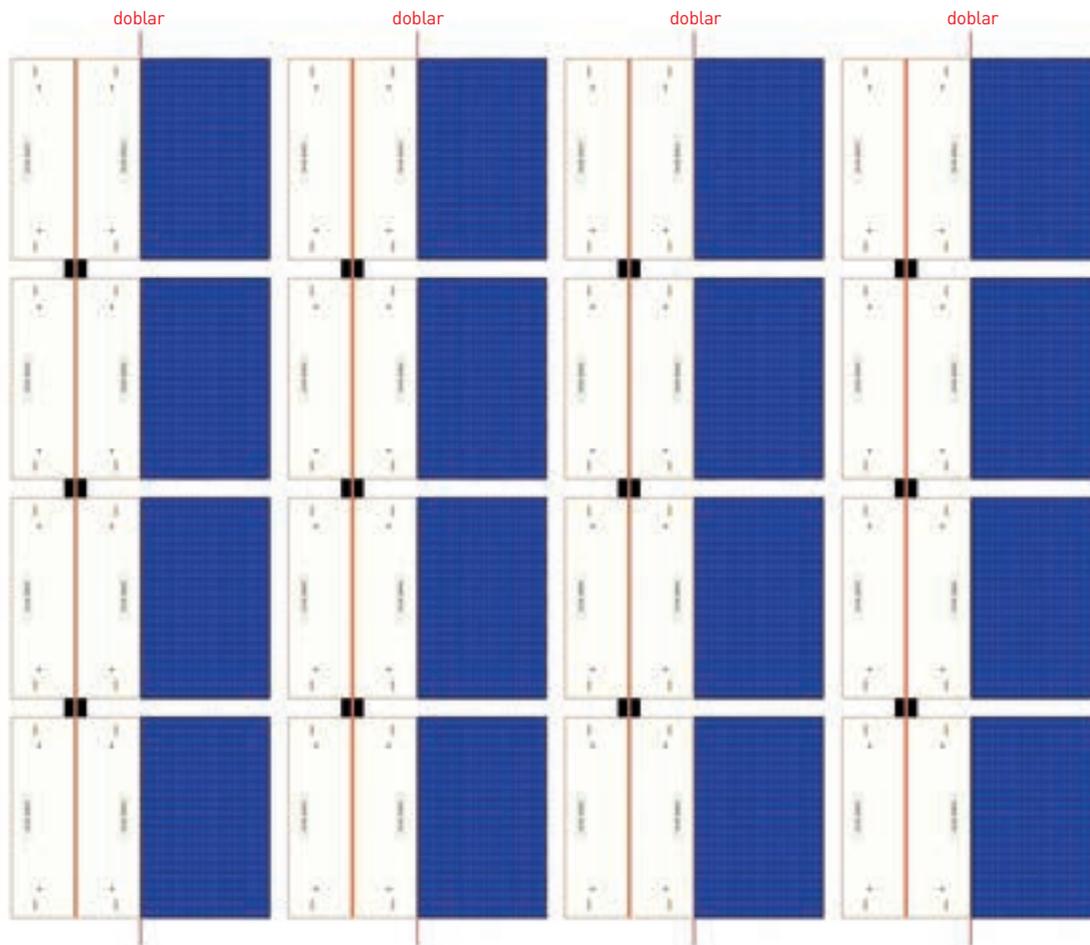
T2

Pega a 1 mm. de la cartulina

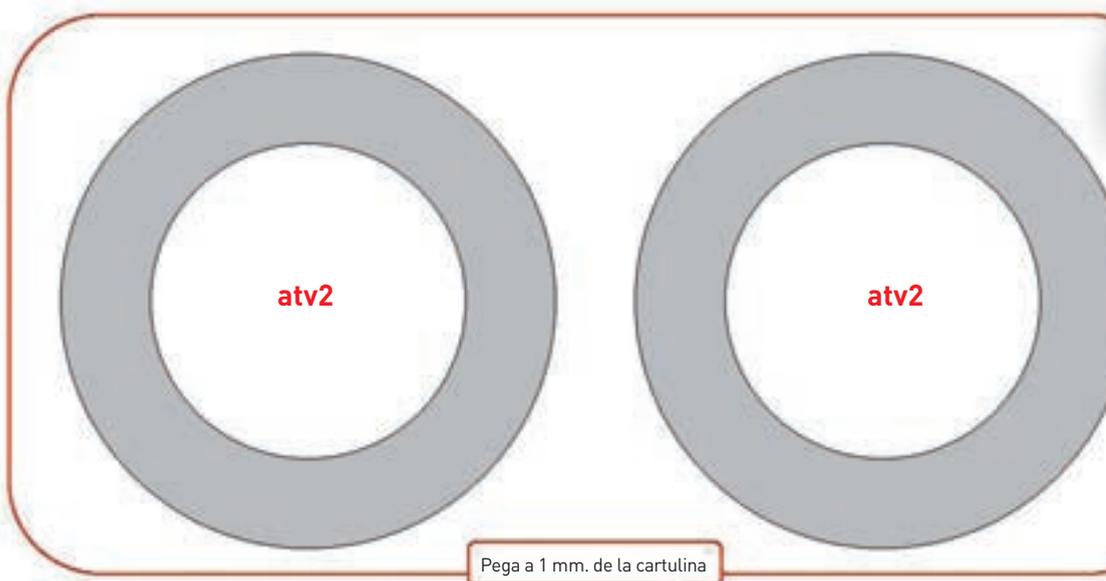
atv9



Pega a 2 mm. de la cartulina



Cada uno de los paneles solares mide 23 cm. de largo. Se necesitarán 2 juegos. Para unirlos usar cable de cobre de 1,5 mm.



instrucciones

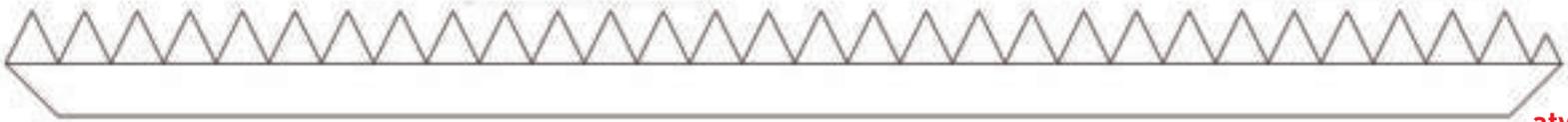
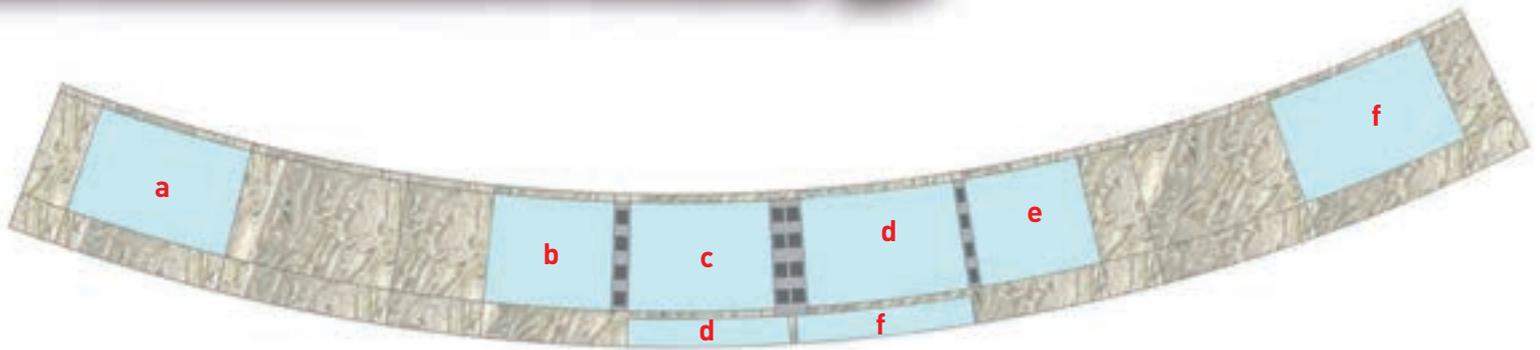
- 01** Será más cómodo montar el recortable en una superficie de trabajo despejada y limpia para que no se pierdan piezas.
- 02** Para recortar podéis usar unas tijeras o una cuchilla (cutter).
- 03** La pieza tiene agujeros, recortad primero éstos, y luego los bordes.
- 04** Una vez hayáis recortado una pieza, tendréis que efectuar los pliegues como se indican: línea punteada hacia afuera (esquina) y línea de puntos y rayas, doblada hacia adentro (rincón).
- 05** Para pegar podéis usar un adhesivo específico para papel ya sea líquido, en barra, etc.
- 06** No tratéis de pegar todas las pestañas de una vez, es mejor que lo vayáis montando en sucesivas etapas, pegando una pestaña cada vez, y la dejéis secar unos minutos para que se afiance.
- 07** Mientras se seca, podéis ir alternando con el recorte de otras piezas.

**EL PRIMER ATV
"JULIO VERNE" SE
LANZÓ EN 2008 Y SE
ACOPLÓ CON ÉXITO
EN LA ISS**

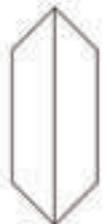
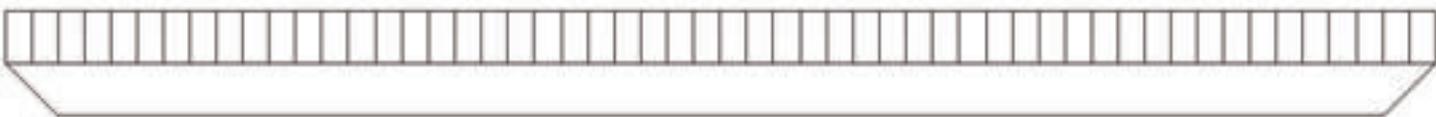
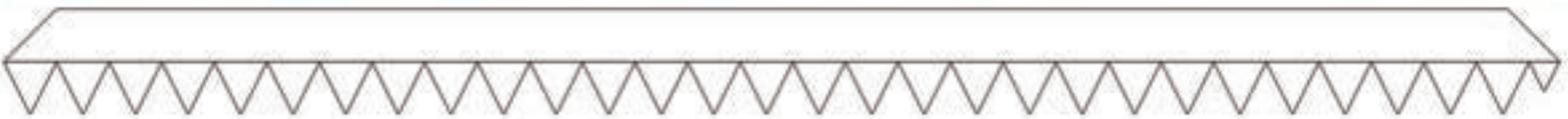




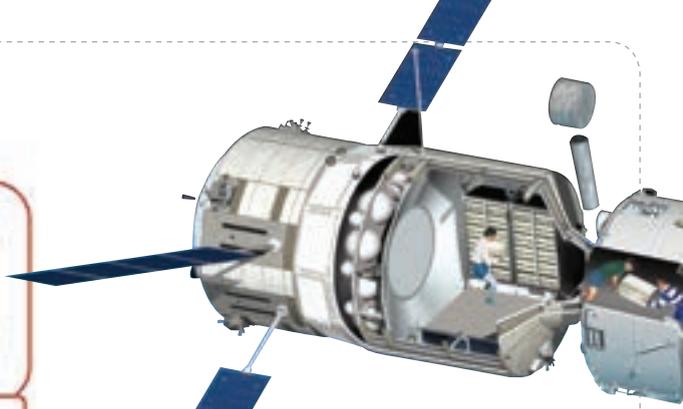
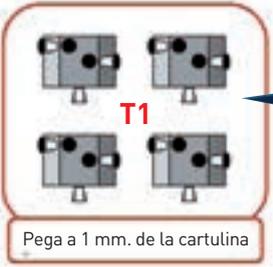
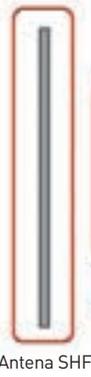
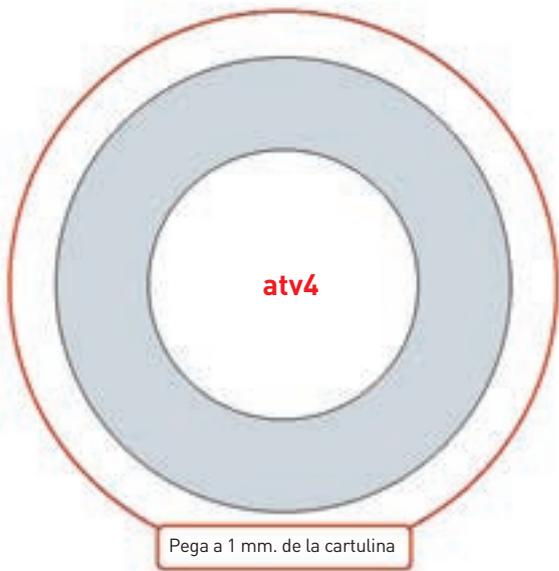




atv1



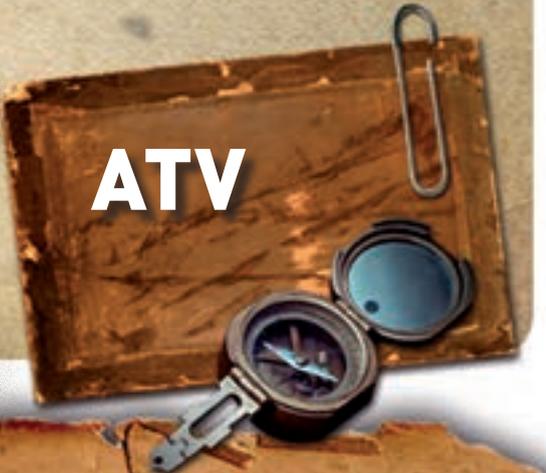
atv3



EL ARIANE 5
ES EL ENCARGADO
DE LANZAR AL
ESPACIO EL
VEHÍCULO ATV



SIGUE
PASO A PASO LAS
INSTRUCCIONES
DE MONTAJE







*“Confinar nuestra atención a los asuntos terrestres
sería limitar el espíritu humano”*

Stephen Hawking

With the cooperation of:



www.tedae.org

... promoting
the Space Sector