

A satellite with solar panels is shown in space, orbiting a large planet. A bright star is visible in the background, creating a lens flare effect. The scene is set against a dark, star-filled sky.

De la Tierra al espacio

David Iranzo Greus

Cómo funciona la tecnología
que nos ayuda desde el exterior

De la Tierra al espacio

Cómo funciona la tecnología
que nos ayuda desde el exterior

David Iranzo Greus

PUV PUBLICATIONS
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA



Director de la colección:
Fernando Sapiña

Coordinación:
Soledad Rubio

*Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente,
ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información,
en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea fotomecánico, fotoquímico,
electrónico, por fotocopia o por cualquier otro, sin el permiso previo de la editorial.*

© Del texto: David Iranzo Greus, 2011

© De la presente edición:

Càtedra de Divulgació de la Ciència, 2011

www.valencia.edu/cdciencia

cdciencia@uv.es

Publicacions de la Universitat de València, 2011

www.uv.es/publicacions

publicacions@uv.es

Producción editorial: Maite Simón

Diseño del interior y maquetación: Inmaculada Mesa

Corrección: Comunico, C.B.

Cubierta:

Diseño original: Enric Solbes

Grafismo: Celso Hernández de la Figuera

ISBN: 978-84-370-7893-9

Depósito legal: V-1175-2011

Impresión: Guada Impresores, SL

Pour Sandrine, la femme que j'aime
Para mi padre, mi madre y mis hermanos/as

«... el sueño de ayer es la esperanza
de hoy en día y la realidad de mañana...»

ROBERT H. GODDARD, 1904

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
Capítulo 1. CÓMO VAMOS AL ESPACIO	15
IR AL ESPACIO Y PONERSE EN ÓRBITA	15
Capítulo 2. UN POCO DE HISTORIA	21
LA CIENCIA DEL MOVIMIENTO EN EL ESPACIO	21
LOS PIONEROS DE LOS COHETES.....	24
LA ERA ESPACIAL	28
DE LA TIERRA A LA LUNA	32
EL ESPACIO DESPUÉS DE APOLO.....	36
Capítulo 3. COHETES Y LANZADERAS	39
MOTOR COHETE	39
FASES	46
DEPÓSITOS Y ESTRUCTURAS	50
TEMPERATURA, VENTILACIÓN Y PROTECCIÓN TÉRMICA.....	53
NAVEGACIÓN Y CONTROL	55
ORDENADOR Y PROGRAMA DE VUELO	57
TELECOMUNICACIÓN Y TELE-DESTRUCCIÓN.....	58
BATERÍAS.....	59
UN ÉXITO EUROPEO: LAS LANZADERAS ARIANE	59
UNA LANZADERA DIFERENTE: EL TRANSBORDADOR AMERICANO..	64
EL REGRESO DEL ESPACIO: LA ENTRADA ATMOSFÉRICA	67
Capítulo 4. SATÉLITES ARTIFICIALES	71
SATÉLITES DE TELECOMUNICACIONES.....	76
SATÉLITES DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA	78
SATÉLITES DE POSICIONAMIENTO Y NAVEGACIÓN.....	83
SATÉLITES DE OBSERVACIÓN DEL UNIVERSO: TELESCOPIOS	
ESPACIALES	86
SATÉLITES CIENTÍFICOS Y EXPERIMENTALES.....	89

Capítulo 5. SONDAS DE EXPLORACIÓN	91
TRAYECTORIAS INTERPLANETARIAS	92
UN VECINO PARTICULAR: NUESTRA LUNA.....	95
NUESTRA FUENTE DE VIDA: EL SOL	97
MERCURIO	98
VENUS	99
MARTE.....	101
JÚPITER	103
SATURNO	105
URANO Y NEPTUNO (¿Y PLUTÓN?).....	106
COMETAS Y ASTEROIDES.....	108
EXPLORACIÓN TRIPULADA DEL SISTEMA SOLAR	112
Capítulo 6. ESTACIONES ESPACIALES Y NAVES TRIPULADAS.....	115
CÓMO HACER UNA ESTACIÓN ESPACIAL	116
DESPEGAR DE LA URSS, ATERRIZAR EN RUSIA.....	120
EL VEHÍCULO SOYUZ	121
PRIMEROS PASOS EN EE. UU.	123
LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL (ISS).....	124
Capítulo 7. EL MUNDO ESPACIAL DE MAÑANA.....	131
EE. UU. Y LA INICIATIVA SOBRE LA EXPLORACIÓN DEL SISTEMA SOLAR	131
EL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN EUROPEO	133
LAS NUEVAS POTENCIAS ESPACIALES	134
LA BASURA DEL ESPACIO	137
LANZADERAS REUTILIZABLES	139
TURISMO ESPACIAL Y LAS INICIATIVAS PRIVADAS	143
PROPULSIÓN AVANZADA	146
COLONIZACIÓN DEL ESPACIO Y VIAJES INTERESTELARES	152
¿ESTAMOS SOLOS EN EL ESPACIO?	153
DEFENSA CONTRA ASTEROIDES	155
EVITAR LA CATÁSTROFE CLIMÁTICA	157
CONCLUSIÓN	159
BIBLIOGRAFÍA.....	163
ANEXO: ALGUNOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA FÍSICA DEL ESPACIO	165
ÍNDICE ALFABÉTICO.....	173

INTRODUCCIÓN

Mientras escribo estas líneas para terminar este libro se está conmemorando el cuadragésimo aniversario del primer paso del hombre sobre la Luna. Este hecho, un acontecimiento capital en la historia del siglo XX, es uno de los símbolos más conocidos del espacio, pero el mundo espacial no se limita a esto.

Vivimos en la era espacial. Desde que empecé a trabajar en el sector espacial, la gente me pregunta a menudo: «¿Por qué ir al espacio? ¿No hay cosas más importantes que hacer aquí abajo?». Debe de ser esta misma pregunta la que le hicieron a Cristóbal Colón y a todos los que le siguieron rumbo al oeste, hacia el fin del mundo. Evidentemente hay muchas cosas que hacer aquí abajo, pero también es verdad que muchas cosas que hacemos hoy en día no podríamos hacerlas si no nos escapásemos de la Tierra para subir al espacio: ¿qué tiempo va a hacer mañana?, ¿a qué hora echan el partido de la final del Mundial de Sudáfrica?, ¿puedo llamar por teléfono a mi hermano que está en Australia?, ¿qué carretera cogemos para ir a casa de Vicente? Casi todas estas preguntas no tendrían ningún sentido o no tendrían respuesta si el ser humano no pudiera ir al espacio o enviar objetos allí arriba. Todos los días utilizamos casi sin darnos cuenta satélites de comunicación, de meteorología o de navegación. Parece ser que un ministro europeo dijo una vez: «¿Para qué vamos a lanzar un satélite de meteorología si para saber el tiempo que va a hacer basta con encender la tele?».

Aunque no nos demos cuenta y aunque no lo conozcamos y nos parezca algo misterioso, el espacio forma parte de nuestra vida.

Además de todas estas aplicaciones, la búsqueda de lo desconocido, de las respuestas a las preguntas, ha estado grabada desde siempre en los genes humanos, esto nos diferencia del resto de los animales. Y si el precio del acceso al espacio nos puede parecer caro, ¿qué precio tiene el conocimiento científico? Sólo saliendo al espacio podremos resolver algún día el enigma del origen de nuestro planeta, del origen de la vida, de nuestro origen. Aunque parezca increíble nosotros también venimos del espacio: cada átomo de nuestro cuerpo se formó hace millones de años en la combustión de estrellas ya desaparecidas. En realidad somos «polvo de estrellas».

Finalmente, volviendo al viaje de Colón hacia América, el ser humano siempre ha buscado la aventura, siempre ha intentado descubrir, y ahora que conocemos más o menos nuestro planeta, el espacio nos ofrece una fuente casi infinita de mundos por explorar. No sólo eso, sino que además el espacio nos ayuda a conocer mejor nuestro planeta y nos enseña cómo protegerlo para legarlo a las generaciones futuras. La observación de nuestro planeta desde el espacio ha sido fundamental en la comprensión del cambio climático, así como la exploración de Marte y Venus, donde fenómenos similares se pueden estudiar más fácilmente.

Colón pensaba encontrar un camino para llegar a Asia navegando hacia el oeste y encontró un nuevo mundo. Por muchas razones que encontremos para ir al espacio, nunca podremos imaginar todo lo que podremos descubrir, los nuevos mundos que nos esperan.

Este libro intenta contestar a algunas preguntas sobre el espacio: cómo podemos llegar al espacio, la corta historia de la aventura humana para llegar hasta él, los beneficios para todo

el mundo y lo que nos espera en el futuro. El espacio es un medio hostil para los seres humanos y para los objetos que fabricamos, con temperaturas extremas, y un «vacío lleno» de radiaciones peligrosas para nuestro organismo y para nuestros vehículos llenos de componentes electrónicos. Satélites, sondas, vehículos y lanzaderas deben ser controlados y verificados de forma exhaustiva, puesto que no tenemos derecho al error: en la mayoría de casos, un error es irremediable. Es por esto que el espacio es una fuente de desarrollo de tecnologías de alta fiabilidad, muchas de las cuales se utilizan después aquí en la Tierra todos los días.

Tengo la suerte de trabajar en una actividad apasionante, con gente y equipos que piensan tener tanta suerte como yo. Una actividad, el espacio, donde los errores no perdonan pero donde los éxitos son fuente de extraordinarias alegrías y motivación. Desde mis estudios universitarios, cuando tuve la ocasión de trabajar en el diseño de un vehículo para ir a la Luna, hasta mis actividades de hoy en día, que me llevan a los gigantescos edificios de montaje de la lanzadera europea Ariane y a la sala de control del Centro Espacial de la Guayana Francesa, desde donde se producen los despegues, mi interés y fascinación por el espacio no ha hecho más que aumentar. Un mundo, el espacio, donde trabajan actualmente una gran cantidad de ingenieros y científicos españoles, en empresas españolas, pero también en empresas europeas o en la Agencia Espacial Europea.

A pesar de esto, el mundo espacial sigue siendo un mundo desconocido y misterioso para la mayoría de los españoles (y de los europeos). Inspirado por el interés que mis actividades despertaban a mi alrededor, decidí escribir este libro. He intentado explicar el espacio sin fórmulas matemáticas o físicas, utilizando ejemplos de la vida cotidiana. Para los que prefieran las fórmulas, un corto anexo al final del libro podrá empezar a saciar su curiosidad.

Pero por supuesto que no intento explicarlo todo sobre el espacio, ya que unas cuantas páginas no pueden resumir toda la ciencia y la tecnología relacionadas con el espacio. Aun así, si solamente unos cuantos de los lectores terminan teniendo ganas de aprender algo más sobre el espacio, me sentiré muy satisfecho.

Gracias a Fernando Sapiña y a Publicacions de la Universitat de València sin los cuales este libro no existiría, y gracias a todos los que me han ayudado a mejorarlo. Gracias a los que me han leído, a Vicente, Alfonso, María José, Óscar, Ana y Marisa, y sobre todo gracias a Alan por la idea y a Sandrine por su cariño.

Suresnes, agosto del 2009

Capítulo 1

CÓMO VAMOS AL ESPACIO

En el próximo capítulo veremos que desde la prehistoria el ser humano ha mirado hacia el cielo de día y de noche para intentar comprender lo que había allá arriba. Pero después de miles de años de observación, hace apenas cincuenta años que hemos conseguido llegar al espacio. ¿Por qué hemos tardado tanto? ¿Es tan difícil ir al espacio?

IR AL ESPACIO Y PONERSE EN ÓRBITA

Antes de saber cómo vamos al espacio, es necesario saber dónde está el espacio. El planeta Tierra es una gran bola de roca y agua envuelta por una capa muy fina de gases que llamamos atmósfera. Estos gases –nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono mayoritariamente– nos protegen de las radiaciones del espacio y contribuyen a mantener la Tierra a una temperatura que permite la existencia de la vida. Subiendo hacia arriba, se considera generalmente que el espacio empieza allí donde termina la atmósfera. Pero el aire de la atmósfera no se acaba a una altura exacta, sino que disminuye progresivamente. Para hacernos una idea, a una altura de 90 kilómetros, hay un millón de veces menos aire que al nivel del mar: se puede considerar que *el espacio empieza a partir de unos 100 a 120 kilómetros de*

altura. En comparación, los aviones de transporte de pasajeros vuelan a una altura de unos 10 kilómetros.

¿Y cómo vamos al espacio? La respuesta es: sólo hay que encontrar un medio de transporte que nos permita subir suficientemente alto. Isaac Newton, hace unos 350 años, nos dio las leyes de la física, que son la clave que nos permite ir al espacio: las tres leyes del movimiento y la ley de la gravitación universal.

Las tres *leyes del movimiento* son:

1. *Si no se ejerce ninguna fuerza, un objeto parado continuará estando parado, y si el objeto se mueve, continuará moviéndose a velocidad constante para siempre.* Aquí abajo, en el suelo, es difícil ver cómo se aplica esta ley, porque cuando empujamos un objeto siempre termina parándose. Pero si se para, por ejemplo cuando golpeamos un balón o empujamos un carro de la compra, es porque hay alguna fuerza que lo frena: la fricción del aire o del suelo. Pero cuando vamos al espacio, salimos de la atmósfera, así que ya no hay aire, y entonces si un objeto se mueve, continuará moviéndose hasta que aparezca alguna fuerza.

2. *Cuando ejercemos una fuerza sobre un objeto, éste acelerará, y cuanto más ligero sea el objeto, más grande será la aceleración.* Esta ley es bastante intuitiva y la aplicamos inconscientemente todos los días: si empujamos con la misma fuerza un carro de la compra lleno y otro vacío, este último se moverá más rápidamente.

3. *Si un primer objeto ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, este último ejercerá una fuerza igual de grande pero en sentido contrario sobre el primer objeto.* Por ejemplo, imaginemos dos patinadores en medio de una pista de patinaje sobre hielo. Si uno de ellos empuja al otro, el segundo patinador sentirá una fuerza que lo separará del primero. Pero, al mismo tiempo, el patinador que lo ha empujado sentirá también una fuerza en dirección contraria que también hará que se aleje del otro

patinador. Un ejemplo de esta ley que explica más claramente cómo funcionan los cohetes es lo que ocurre cuando hinchamos un globo con aire y los soltamos sin cerrarlo. La presión del aire dentro del globo hace que el aire salga rápidamente por el lado abierto, y empuja el globo en dirección contraria, como sucede con los dos patinadores.

La *ley de la gravitación universal* es la ley fundamental que rige el movimiento de todos los cuerpos en el espacio. Esta ley establece que dos objetos se atraen con una fuerza que aumenta cuanto más pesados son éstos (o cuanto mayor masa tienen) y cuanto más cerca están. Esta ley explica por qué cuando soltamos una piedra en el aire ésta cae al suelo. La Tierra –el planeta– y la piedra se atraen, pero evidentemente, como la Tierra es mucho más pesada que la piedra, es esta última la que acelera hacia la Tierra –de acuerdo con la segunda ley de Newton.

Bueno, y ahora que ya tenemos las leyes, ¿cómo vamos al espacio? Si el espacio empieza a partir de unos 120 km de altura, sólo haría falta empujar muy fuerte un objeto hacia arriba para que llegara hasta esta altura. ¿Podríamos decir entonces que lo hemos enviado al espacio? Sí. Pero la pregunta siguiente es: ¿qué pasará cuando llegue a 120 km? La ley de la gravitación universal nos indica lo que ocurrirá: la atracción de la Tierra hará que el objeto vuelva a caer. ¿Y si lo enviamos más hacia arriba?, ¿a 200 km?, ¿a 10.000 km?, ¿a 100.000 km? No hay nada que hacer, el objeto volverá a caer.

La gente suele preguntar, ¿hasta qué altura hay que subir para que no haya gravedad? Y la respuesta es que por mucho que subamos SIEMPRE habrá gravedad.¹ Entonces, ¿por qué flotan

1. En realidad, si subimos muy muy arriba, a más de un millón de kilómetros, la fuerza de la gravedad de la Tierra será muy débil, pero allí la fuerza de la gravedad del Sol comenzará a atraernos más.

los astronautas que vemos en la tele? ¿Por qué no sienten ellos la gravedad? ¿A qué altura están? Los astronautas que vemos en la tele, en el transbordador americano o en la Estación Espacial Internacional, están a una altura de entre 200 y 400 kilómetros. ¿Y por qué no caen? La respuesta es la misma que explica por qué cuando damos la vuelta muy rápidamente a un cubo lleno de agua y por un instante queda boca abajo no cae el agua. Al girar el cubo rápidamente en un círculo, la velocidad crea una inercia que «empuja» el agua hacia arriba y contrarresta el efecto de la gravedad. En realidad se trata de la simple aplicación de la primera ley de Newton: el objeto que se desplaza a gran velocidad tiene una tendencia natural a continuar a la misma velocidad y en la misma dirección, y la gravedad «sólo» consigue desviar la velocidad curvando su trayectoria. Los astronautas no están flotando, sino que están «cayendo» continuamente, pero como se mueven a gran velocidad la gravedad de la Tierra no consigue hacerlos caer y sólo «desvía» su trayectoria, lo que crea una circunferencia alrededor de la Tierra: la órbita.

Esta es la diferencia entre *ir al espacio y ponerse en órbita*. Para ir al espacio sólo tenemos que subir hasta unos 120 km. Pero si queremos quedarnos allí, tenemos que ponernos en órbita, y para esto es necesario alcanzar una velocidad muy grande. Esta velocidad creará la inercia (popularmente conocido como fuerza centrífuga, aunque en realidad esta fuerza no tiene existencia física), que equilibrará la fuerza de la gravedad. Y una vez que las dos fuerzas se cancelan mutuamente, ya no hay ninguna fuerza: ¡ya podemos decir que estamos en órbita y podemos flotar tranquilamente!

Veamos otra forma de expresarlo. Hace varios siglos Isaac Newton explicó lo que había que hacer para ponerse en órbita alrededor de la Tierra. Imaginad que hubiera una montaña muy

alta, de unos 120 km, que nos permitiera salir de la atmósfera. Si subimos a lo alto de la montaña y lanzamos una piedra, ésta caerá al lado de la montaña. Si lanzamos otra piedra con un poco más de fuerza caerá más lejos. Si seguimos lanzando piedras cada vez con más velocidad, como la Tierra es redonda, al final la piedra llegará tan lejos que nos golpeará la cabeza por detrás, después de haberle dado la vuelta a la Tierra. Esta piedra ya estará en órbita.



Figura 1. Si lanzamos una piedra hacia arriba con suficiente velocidad, ésta llegará al espacio pero volverá a caer (1). Si la lanzamos hacia delante con suficiente velocidad, a unos 28.000 km/h, se pondrá en órbita (3).

¿Y qué velocidad es necesaria para anular la fuerza de la gravedad y ponerse en órbita? La Estación Espacial Internacional da vueltas alrededor de la Tierra a una altura de unos 300 kilómetros, y ¿necesita una velocidad de unos 28.000 kilómetros por hora para quedarse en órbita y no caer! Pero entonces, necesitará mucho combustible para mantenerse allí arriba a esta velocidad, ¿no? No, no necesita combustible para mantener la velocidad. Una vez más, la primera ley del movimiento de Newton responde a nuestra pregunta. Si recordamos, esta ley dice que si un objeto está en movimiento, continuará en movimiento a la misma velocidad siempre que no haya ninguna fuerza. Y como hemos visto, cuando estamos en órbita la inercia anula la fuerza de la gravedad y, como estamos fuera de la atmósfera, ya no hay aire que nos frene. Así es que, como no hay ninguna fuerza, una vez que conseguimos una velocidad suficientemente grande, ¡el objeto continuará en órbita alrededor de la Tierra sin hacer nada!

Vemos por lo tanto que estar en el espacio no es muy difícil: no hay que hacer nada (aunque luego veremos que hay otros problemas). Lo más problemático es llegar hasta allí: subir suficientemente para salir de la atmósfera y coger bastante velocidad para ponerse en órbita y quedarse en el espacio. Es por eso que necesitamos las lanzaderas. Pero antes de descubrir lo que es una lanzadera, hagamos un poco de historia.

De la Tierra al espacio

Hace más de medio siglo, el primer satélite artificial llegó al espacio y, una década después, el hombre pisó la Luna por vez primera. Estos grandes acontecimientos marcaron simbólicamente el siglo xx. Pero, en la actualidad, el espacio es mucho más que un símbolo: se ha convertido en una parte de nuestra vida, aunque no siempre seamos conscientes de ello. Desde la agricultura a los orígenes del universo, pasando por la comunicación o la navegación, la información que recogemos del espacio exterior nos es de una gran utilidad en el día a día.

Con un lenguaje accesible, *De la Tierra al espacio* nos explica cómo hacemos los humanos para ir al espacio y cómo funcionan y para qué sirven los satélites y las lanzaderas que enviamos allá arriba. Partiendo de la narración de los descubrimientos científicos que han protagonizado la carrera espacial del siglo pasado, el libro echa también un vistazo hacia el futuro, hacia unas tecnologías que parecen ser ciencia-ficción, que nos ayudan, entre otras cosas, a predecir los cambios climáticos o a detectar la llegada de asteroides que podrían ser catastróficos.