

# Trajes para citas espaciales

DAVID CORRAL HERNÁNDEZ

EL 12 DE ABRIL DE 1961 COMENZÓ LA ERA DE LOS VIAJES TRIPULADOS AL COSMOS CON EL VUELO DE YURI ALEXÉYEVICH GAGARIN EN LA SONDA SOVIÉTICA VOSTOK 1. UN CUARTO DE SIGLO ANTES EMILIO HERRERA CONCIBIÓ “EL ATUENDO DE LOS NAVEGANTES QUE EN LOS FUTUROS PASEOS POR LA ESTRATOSFERA PODREMOS ADMIRAR BRILLANTES Y DESLUMBRADORES”. EL POLIFACÉTICO PIONERO, INGENIERO, PILOTO, MILITAR Y ESPAÑOL ALUMBRÓ CON SUS DESCUBRIMIENTOS UNA “ESCAFANDRA ASTRONÁUTICA”, UN TRAJE SIN EL QUE HOY EN DÍA NO SERÍAN POSIBLES LAS MISIONES ESPACIALES DE LA NASA, LA ESA, ROSCOSMOS O LA LLEGADA, EN UN FUTURO NO MUY LEJANO, DEL HOMBRE A MARTE TRAS SU “PEQUEÑO PASO” POR LA LUNA.

## VESTIDOS PARA LA OCASIÓN

Poco se puede añadir sobre la figura de Emilio Herrera a las páginas y páginas escritas sobre él en las diferentes publicaciones del SHYCEA. Inquieto, con una visionaria imaginación similar a la de Julio Verne, con una creatividad que no desmerecía de la de Leonardo da Vinci o un afán tecnológico parejo al del ingeniero aeroespacial Wernher von Braun, este excepcional pionero, piloto y político español nos intentó acercar al Cosmos empleando un globo y una escafandra totalmente presurizada. Su proyecto, truncado por el inicio de la Guerra Civil, pretendía superar todos los récords de la época, al ascender más allá de los 22.000 metros de altitud para estudiar la radiación cósmica. A bordo del globo, en una barquilla abierta, viajaría un pasajero con “el atuendo de los navegantes que en los futuros paseos por la estratosfera podremos admirar brillantes y deslumbradores”, tal como él mismo contaba en 1935 en la revista “Madrid Científi-

co”. Esta escafandra, precursora de los trajes espaciales, solucionaba problemas tan letales hasta entonces como la falta de oxígeno de la estratosfera, las bajísimas temperaturas o la escasa presión. El traje tenía en su interior una funda hermética y estaba construido con tres capas superpuestas: una de lana, una de caucho y una tercera de lona muy resistente. Las articulaciones, frente a la rigidez propia de un traje tan pesado y voluminoso, daban una gran libertad de movimiento en los hombros, la cadera, los codos, las rodillas y los dedos al haber sido diseñadas como un acordeón reforzado con ca-

**«Los trabajos de Herrera, al igual que los de otros adelantados rusos y estadounidenses, permitieron poner las bases fundamentales para la supervivencia del ser humano fuera de nuestra atmósfera.»**

bles y tirantes de acero que evitaban que se hinchara hasta explotar por la diferencia de presiones. El casco cilíndrico, recubierto con una tela de plata, contaba con una capa de aluminio pulimentado para reflejar los rayos solares y evitar el recalentamiento. Otro gran avance era el visor, compuesto por tres capas de cristal (irrompible, filtro ultravioleta y opaco al infrarrojo), todas ellas tratadas para no sufrir la presencia de vaho. También se incluía en este casco un micrófono sin carbono para evitar una ignición espontánea. La “escafandra astronáutica”, que en 1936 iba a suponer el primer hito de la conquista espacial, tuvo que esperar varios años para tocar el Espacio, hasta que la NASA la recuperó para utilizarla en sus primeros viajes tripulados.

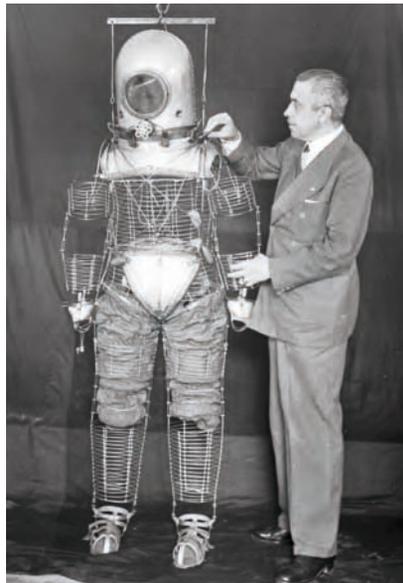
Los trabajos de Herrera, al igual que los de otros adelantados rusos y estadounidenses, permitieron poner las bases fundamentales para la supervivencia del ser humano fuera de nuestra atmósfera. Sin un traje espacial la falta de oxígeno provocaría la pérdida de conocimiento en unos 15 segundos; la escasa o nula presión atmosférica causaría el “Límite de Armstrong” por el que la sangre y otros fluidos corporales comenzarían a hervir expandiendo tejidos y órganos como el corazón; se padecerían bruscos cambios de temperatura entre los -100°C a la “sombra” y los 120°C al sol; el cuerpo también estaría expuesto a radiaciones, al viento solar y a todo tipo de micrometeoritos y restos de basura.

Los trajes han dado soluciones a todos estos problemas y permiten al ser humano adaptarse y sobrevivir a unas condiciones extremadamente hostiles y letales. Con sus más de 100 kilos de masa crean una atmósfera presurizada, aportan oxígeno y eliminan el anhídrido carbónico. Al mismo tiempo mantienen la temperatura regulada y son la última barrera frente a la radiación y los impactos al estar compuestos por múltiples capas de materiales resistentes como el Dacron, Tereftalato de Polietileno o Kevlar, materiales que además evitan desgarros accidentales y la consiguiente pérdida de presión.

El traje espacial actual, al igual que el proyectado por Herrera, está formado por una sucesión de capas. La interior es de algodón, para dar comodidad, absorber sudor y evitar pérdidas de calor. Cubre todo el cuerpo a excepción de la cabeza, las manos y los pies, y está cruzado por tubos por los que circula agua para mantener fresco al astronauta durante sus actividades extravehiculares. Encima se colocan las prendas "blindadas" y las intercambiables que se ajustan unas a otras. Entre ellas están las perneras: unos pantalones con un anillo ventral ajustable en altura y anchura. El tronco: una camisa con anillos en las muñecas y el cuello que se acopla al anillo ventral. El casco: robusto, con amplia visibilidad y varias pantallas para proteger los ojos y proyectar mensajes escritos. Los guantes: suelen ser hechos a medida y deben ser lo suficientemente resistentes, sensibles y cómodos para que se puedan manejar herramientas en las salidas extravehiculares (EVA en inglés o VKD en ruso). Tubos de evacuación: son los conductos que permiten al usuario orinar y defecar sin que suponga un peligro ni una molestia. La mochila: contiene las botellas de aire, el regulador de presión, las baterías y la radio. SAFER: un dispositivo acoplado en la espalda compuesto por varios propulsores para poder regresar en caso alejarse accidentalmente de la ISS o alguna nave durante un EVA para realizar trabajos de montaje, reparación, mantenimiento, etc. El color exterior de los trajes es blanco y su tejido está compuesto por material reflectante para disipar la mayor cantidad de luz y calor posible. Más cómodos son los empleados durante los vuelos. Los

"ACES" estadounidenses son naranjas y los "Sokol" rusos blancos. Ambos muy parecidos a los monos de vuelo empleados en misiones de altitudes casi espaciales. Su finalidad es salva-

**«El color exterior de los trajes es habitualmente blanco y su tejido está compuesto por material reflectante para disipar la mayor cantidad de luz y calor posible»**



EMILIO HERRERA PRESENTA EL "ATUENDO DE LOS NAVEGANTES QUE EN LOS FUTUROS PASEOS POR LA ESTRATOSFERA PODREMOS ADMIRAR BRILLANTES Y DESLUMBRADORES".



PRUEBAS DEL TRAJE DE HERRERA EN LAS INSTALACIONES DE CUATRO VIENTOS.

guardar a su usuario si ocurriera una despresurización del vehículo espacial o tuvieran que abandonarlo en las proximidades de la Tierra. Cuentan con paracaídas, flotadores, radiobaliza, bengalas, agua, raciones de comida y otros equipos de supervivencia. Vestirse con uno de ellos no es solo el privilegio de ser astronauta, supone además una gran preparación física, la paciencia para aguantar la más de media hora que se tarda en el proceso de enfundarse y la responsabilidad de saber que se sale a dar un paseo por las estrellas con una prenda única valorada en más de 10 millones de euros.

## LA CONQUISTA SOVIÉTICA

La Unión Soviética fue la primera gran potencia mundial en poner a un hombre en el Espacio. En 1961 Yuri Gagarin viajó al Cosmos a bordo de la nave Vostok 1 utilizando un traje de la serie SK. Estos modelos, utilizados entre 1961 y 1963, eran confeccionados a medida utilizando como base trajes de piloto de alta altitud. Pesaban poco más de 20 kilos y solo servían para permanecer dentro de la sonda o escapar de ella en caso de eyección.

En la Voskhod 1, 1964, no se utilizaron trajes ya que no había espacio dentro de la sonda para los tres cosmonautas "vestidos", por lo que fueron enviados en una nave presurizada en la que, pese a las limitaciones, lograron varios records. Berkut ("Águila Real"), fue una evolución de los SK-1 empleada en 1965 por los tripulantes de la Voskhod 2, una misión en la que Alexey Leonov logró el primer paseo espacial de la Historia. El peso se mantuvo en 20 kilos, contaba con una superficie de aluminio y llevaba una mochila en la espalda con oxígeno para un EVA de 45 minutos. La visera del casco tenía un filtro hecho de vidrio orgánico para contrarrestar la intensidad de la luz solar.

Un paso posterior en el desarrollo fue el Yastreb ("Halcón"). Contaba con un nuevo dispositivo de respiración y regeneración del oxígeno que permitía salidas extravehiculares de hasta dos horas y media. Su mejor momento lo vivieron en 1969 en el intercambio de tripulaciones en órbita de las Soyuz 4 y Soyuz 5. En estos años se creó un traje que nunca llegó a cum-



UN SELLO SOVIÉTICO CONMEMORA LA PRIMERA SALIDA EXTRAVEHICULAR DE LA HISTORIA.

tes puedan morir en un accidente de despresurización como el que sufrió la Soyuz 11. Fue la primera misión espacial tripulada en habitar una estación espacial, la Salyut 1, pero los cosmonautas Vladislav Volkov, Gueorgui Dobrovolski y Viktor Patsayev murieron asfixiados en su regreso a la Tierra tras un escape de aire en la cápsula.

Los Sokol entraron en servicio en 1973 con la Soyuz 12 y desde entonces han demostrado ampliamente su efectividad y comodidad. La última versión es el Sokol-KV2. Para paseos espaciales las misiones rusas cuentan con los trajes Orlan, diseñados y fabricados por NPP Zvezda. Inicialmente planteados para el programa lunar soviético, volaron por primera vez al Espacio en 1977 para las misiones Salyut 6 y Soyuz 26. Son de torso y casco rígidos, brazos flexibles y cuentan con una abertura trasera para usarlos rápidamente, por lo que en apenas minutos un cosmonauta puede vestirse con este traje que puede superar los 130 kilos de masa. El último modelo es el MK del 2009, una versión que han vestido los cosmonautas rusos en la Estación Espacial Internacional al igual que los astronautas estadounidenses y europeos. En fase de desarrollo está el nuevo traje Strizh ("Vencejo"), un diseño que supera a todos los precursores por su simplicidad y que podría convertirse en el mejor traje de todos los creados hasta ahora. De color naranja, como los estadounidenses o los Sokol-SK1 de las misiones Vostok, no será un modelo a medida y sí uno capaz de adaptarse a cualquier usuario al ser regulable la longitud de piernas y brazos. Su destino va muy ligado al de la futura nave tripulada rusa PTK-NP y será utilizado tanto por tripulantes que no actúen como comandante o piloto como por posibles turistas espaciales.

## MODELOS ESTADOUNIDENSES

Estados Unidos llegó al Espacio poco después que los soviéticos, pero esto no impidió que rápidamente igualasen y superasen las hazañas de cosmonautas y naves del otro lado del Telón de

**«Los primeros trajes espaciales eran confeccionados a medida, utilizando como base trajes de piloto militares empleados en vuelos de alta cota»**

plir su misión, llegar a la Luna. Era el Krechet-94 ("Gerifalte"). Con 106 kilos era un traje semi rígido que permitiría diez horas de trabajo, caminar, recoger muestras... Tampoco tuvo mucha oportunidad de triunfar Strizh, el traje que debían emplear los pilotos del frustrado transbordador Buran.

En la década de los setenta llegaron los modelos actuales y los dos grandes éxitos de los "talleres" soviéticos, como los Sokol ("Halcón") y los Orlan ("Águila Calva"). Los primeros solo sirven para los viaje de ida y vuelta en las Soyuz, no para salir al espacio, y tienen como fin evitar que los tripulan-



SK-1, EL ORIGEN DE LOS TRAJES ESPACIALES DEL PROGRAMA ESPACIAL DE LA URSS.



EN 1965 ALEXEY LEONOV LOGRÓ EL PRIMER PASEO ESPACIAL PARA EL SER HUMANO (EVA EN INGLÉS O VKD EN RUSO).

Acero. Al igual que sus homólogos rusos, los primeros astronautas estadounidenses tuvieron que vestirse con modelos derivados de prendas militares. En el caso norteamericano eran versiones de los trajes usados por los pilotos de la Navy. El comienzo de la aventura espacial estadounidense fueron los vuelos del programa Mercury. En estas naves los tripulantes orbitaban la Tierra sin abandonar las naves y viajaban por el firmamento conectados con un “cordón umbilical” a los sistemas de soporte de vida de las propias sondas. El primer paseo espacial se llevó a cabo durante el programa Gemini (1965-1966). Para este proyecto se desarrollaron tres trajes, el G3C para vida dentro de las naves, el G4C para paseos espaciales y el G5C, específico para los 14 días de vuelo de la Gemini 7. Este era un G3C modificado en el que se cambiaron los anillos del casco y cuello por cierres, se añadió un visor de policarbonato y se efectuaron varias modificaciones en el casco. El exterior de estos trajes estaba compuesto por varias capas de nylon, Mylar y Nomex, un material resistente al fuego.

El gran “salto” estadounidense, y para la Humanidad, fue el programa Apolo y la llegada a la Luna. Cada astronauta del programa Apolo tenía tres trajes A7L construidos a medida: uno para entrenamiento, otro para el vuelo y un tercero de reserva. Pesaban menos de 100 kilos completos y estaban confeccionados con materiales ignífugos, termales, resistentes a micrometeoritos, con protección contra la abrasión del suelo lunar y con un sistema de refrigeración líquida para el astronauta. Para realizar exploraciones fuera del módulo de aterrizaje lunar se empleaba un sistema de soporte de vida similar al Subsistema Portátil de Soporte de Vida de los trajes modernos. Los A7L fueron los elegidos también para las misiones Skylab. Diversos modelos desfilaron durante los años de actividad de los transbordadores. Los SEES solo se usaron en cuatro misiones, de la STS-1 a STS-4, antes de dar paso temporalmente a los monos de vuelo azules. La vestimenta habitual en estas añoradas naves fueron los naranjas Launch Entry Suit (LES), entre el STS-26 y el vuelo STS-65, y el Advanced Crew Escape Suit (ACES), un modelo completamente presurizado, con anillos para los



ORLAN, EL TRAJE ESPACIAL DE LA UNIÓN SOVIÉTICA/RUSIA UTILIZADO PARA ACTIVIDADES EXTRAVEHICULARES EN LAS ESTACIONES SALYUT, MIR Y EN LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL.

**«Los nuevos modelos romperán reglas de diseño mantenidas durante décadas y llevarán al límite las posibilidades de los materiales más avanzados»**



UNA TRIPULACIÓN INTERNACIONAL SE PREPARA PARA VIAJAR A LA ISS, TODOS VISTEN TRAJES RUSOS SOKOL.

guantes y refrigeración líquida que se derivaba de los trajes de vuelo empleados en los SR-71 “Blackbird”, U-2 o X-15. Voló en la flota de los transbordadores con decenas de astronautas desde 1998 hasta 2011, año en el que la misión STS-135, con el Atlantis, cerraba décadas de gestas. Para paseos espaciales en el transbordador o la ISS la NASA trabaja desde 1982 con el EMU (Extravehicular Mobility Unit) y el PLSS (Primary Life Support System), son, hasta el momento, los trajes en los que los estadounidenses han aplicado todos los conocimientos adquiridos durante más de medio siglo de carrera espacial.

Pero para este siglo XXI los objetivos son más ambiciosos y pasan por volver a la Luna, visitar un asteroide y poner pie en Marte, por lo que los trajes actuales se quedan cortos en posibilidades. Para ello se van a romper reglas de diseño mantenidas durante décadas, se llevarán al límite las posibilidades de los materiales más avanzados y se tendrá que innovar más allá de la imaginación para lograr otro gran salto para la Humanidad. El proyecto Z de la NASA es claro ejemplo de la moda espacial que está por llegar. De momento son prototipos destinados a ser empleados en ambientes de microgravedad, paseos espaciales y exploraciones sobre el terreno. El primero fue el Z-1, elegido en 2012 por la revista *Time* como una de las mejores invenciones del año. En la actualidad se trabaja en el Z-2 y el Z-3 está previsto para 2018. De apariencia espectacular

y futurista poseen una mayor movilidad, confort, rendimiento y resistencia frente a impactos, desgaste, temperaturas extremas y radiaciones. Es tal su apariencia de ciencia ficción que algunos llaman a estos trajes los “Buzz Lightyear”. Cada nueva generación integra los avances de la anterior y rebaja los pesos hasta cifras hoy impensables. El Z-2, por ejemplo, se quedará en 65 kilos, una pluma comparado con los modelos que hoy protegen a los astronautas cuando pasean por el Cosmos.

**«Europa es la tercera gran potencia mundial por número de astronautas que han volado al Espacio. Sin embargo, y pese a ser también potencia tecnológica e industrial, no cuenta con sus propios trajes»**

## LOS OTROS VIAJEROS

Europa es la tercera gran potencia mundial por número de astronautas que han volado al Espacio. Sin embargo, y pese a ser también potencia tecnológica e industrial, no cuenta con sus propios trajes y suele tirar de los armarios estadounidenses y rusos para abastecerse. De Rusia han salido también las copias, versiones o inspiraciones de los trajes que utiliza China y que podría usar India en su programa espacial tripulado. La carrera espacial china ha sufrido diversos altibajos hasta que las naves Shenzhou llevaron finalmente a los taikonautas al espacio. Los primeros proyectos de Pekín, muy ambiciosos, tenían previsto lograr vuelos tripulados a finales de los Sesenta con el cancelado Proyecto 714. El traje que se iba a utilizar era el Shuguang, un liviano modelo naranja de apenas diez kilos elaborado con múltiples capas de poliéster de alta resistencia. Servía tanto para misiones extravehiculares como para la vida dentro de las sondas. En 2003 Yang Liwei convirtió a China en la tercera nación del mundo capaz de enviar un ser humano al espacio exterior. El modelo elegido para tan significativa ocasión era de fabricación nacional pero con demasiadas coincidencias



NEIL ARMSTRONG CON SU TRAJE A7L RECORRIENDO LA LUNA



HUELLA EN LA LUNA, UN GRAN PASO IMPOSIBLE SIN LOS TRAJES ESPACIALES.



LA TAIKONUTA CHINA YANG LIU SE ENCAMINA HACIA LA NAVE SHENZHOU VESTIDA CON UN TRAJE FEITIAN.

con el Sokol-KV2 ruso. Otras versiones son el Haiying, un derivado del Orlan-M para paseos espaciales como los del Shenzhou 7, y el Feitian, una versión posterior del anterior con una autonomía de hasta siete horas. La gran rival asiática de China es India y el Cosmos es también escenario de esa competición. Todavía no cuentan con un programa tripulado, pero esperan que antes de 2020 los primeros “gaganautas”, los astronautas indios, se sumen al club de EE.UU., Rusia y China. En sus misiones, de momento, está previsto que vistan un traje conocido como “Flight Suit” y que, para variar, es un derivado del Sokol-KV2 ruso, aunque en esta ocasión en vez de ser blanco es de un intenso color naranja.

En esta carrera no podía faltar uno de los actores más activos en los últimos años, la iniciativa privada. Pese a que los trajes espaciales son técnicamente considerados armas por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, y su desarrollo cuenta con bastantes limitaciones legales y económicas, no son pocas las empresas estadounidenses que trabajan en ellos con poco o ningún apoyo de la NASA o Washington. Quizá tengan claro que sus clientes, en unos años, serán las múltiples empresas que pretenden convertir el turismo espacial en un negocio millonario y multitudinario y no las agencias espaciales y sus menguantes recursos y presupuestos. Junto a los grandes clásicos y dominadores del mercado, David Clark y Boeing, proveedores habituales de la NASA, están surgiendo pequeñas empresas de nueva creación y centros de diseño de trajes espaciales. Final Frontier ya ha elaborado tres modelos desde 2010. El último, el “3G”, un modelo completamente presurizado de apenas 6,5 kilos en el que 13 puntos de ajuste permiten que adapte su tamaño a cualquier cuerpo. No solo es ligero y cómodo, también es seguro y barato. Orbital Outfitters será la firma que vista con su IS3C (Industrial Suborbital Space Suit-Crew) a los tripulantes de las naves de XCOR Aerospace. Otras compañías privadas, como Virgin Galactic o SpaceX, cuentan con sus propios talleres para personalizar la experiencia de despegar como turista espacial, viajar al Cosmos y regresar a la Tierra convertido en astronauta.

UNA DE LAS ÚLTIMAS TRIPULACIONES DEL TRANSBORDADOR SE DIRIGE HACIA LA NAVE CON SUS CARACTERÍSTICOS TRAJES NARANJAS.

Pero de todos seguramente el más destacado, por sus posibilidades y avances, sea el BioSuit, una obra de Dava Newman, profesora de Ingeniería de Sistemas Aeronáuticos en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) y una de las ingenieras aeroespaciales más reputadas del mundo. Este revolucionario traje permite mucha más movilidad y flexibilidad ya que para mantener la presión necesaria, a diferencia de los trajes tradicionales, emplea la contrapresión mecánica para contrarrestar la falta de presión atmosférica. La presión se aplica directamente sobre el cuerpo, como si fuera una segunda piel, y gracias a las líneas de tensión, los usuarios pueden doblar fácilmente sus articulaciones. BioSuit, que es tan ligero, delgado y ajustado que parece un traje de buceo de ciencia ficción. Utiliza materiales de última generación como el níquel-titanio, el nylon o el spandex, materiales que además tienen efecto térmico de memoria de forma y pueden repararse de forma rápida y segura sin problemas de despresurización, como ocurre con los actuales. También es relativamente fácil de poner y quitar y ocupa poco espacio, dos enormes beneficios en las limitadas dimensiones de las naves. Dava Newman espera que en 2015 su traje vuele al Espacio. El astronauta de la ESA Andreas Mogensen será el primero en usarlo durante su misión en la



BIO-SUIT, UN REVOLUCIONARIO TRAJE PERMITE MUCHA MÁS MOVILIDAD Y FLEXIBILIDAD A LOS ASTRONAUTAS.



EL TRAJE BIO-SUIT EMPLEA LA CONTRAPRESIÓN MECÁNICA PARA CONTRARRESTAR LA FALTA DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

**«Pese a que los trajes espaciales son técnicamente considerados armas por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, y su desarrollo cuenta con bastantes limitaciones legales y económicas, no son pocas las empresas estadounidenses que trabajan en ellos»**

Estación Espacial Internacional en 2015. Además, para futuros viajes a Marte, Newman trabaja en una versión para vuelos de larga duración, el GLCS (Gravity Loading Countermeasure Suit), un modelo que ayudará a evitar la pérdida de masa muscular utilizando la contrapresión mecánica. Pero estos trajes, que son sobre todo la última protección en el espacio de los seres humanos, tienen, como tantas otras tecnologías espaciales, múltiples aplicaciones en la Tierra. El BioSuit, por ejemplo, podría ser empleado para mejorar la movilidad de niños aquejados de parálisis cerebral o de personas mayores o con limitaciones físicas, también en accidentes o en heridas de combate al crear torniquetes en las zonas afectadas que impidan la pérdida de sangre. Son algunos pequeños pasos en la Tierra que necesitan que se sigan dando grandes pasos en el Universo para poder hacerse realidad ■