

Nautílus-X, ¿puerta hacia el sistema solar?

MANUEL MONTES PALACIO

ESTADOS UNIDOS TIENE UNA LARGA TRADICIÓN DE VEHÍCULOS DE PRUEBA DESARROLLADOS EN EL ÁMBITO AERONÁUTICO Y MILITAR. LOS LLAMADOS AVIONES “X” HAN SERVIDO DURANTE DÉCADAS PARA ENSAYAR NUEVAS TECNOLOGÍAS QUE HAN EVOLUCIONADO POSTERIORMENTE A SISTEMAS BALÍSTICOS, AVIONES A REACCIÓN, ETC. ESTE ENFOQUE, EL DE CONSTRUIR PRIMERO PROTOTIPOS DE ENSAYO PARA DESPUÉS TRANSFERIR LA TECNOLOGÍA A FUTUROS PROGRAMAS OPERATIVOS, HA DEMOSTRADO SER UN ÉXITO. LA NASA TAMBIÉN HA INTENTADO UTILIZAR VEHÍCULOS DE ESTE TIPO PARA AVANZAR EN EL TERRENO AEROESPACIAL, COMO LOS VIEJOS X-33 Y X-34, AUNQUE FINALMENTE FUERAN CANCELADOS. AHORA, LA AGENCIA SE PLANTEA LLEVAR UN PASO MÁS ALLÁ ESTA CLASE DE INICIATIVAS, Y PODRÍA DISEÑAR UNA NAVE ESPACIAL TRIPULADA QUE PERMITIERA PONER EN PRÁCTICA LAS TECNOLOGÍAS QUE SE ESPERA SEAN NECESARIAS PARA LA EXPLORACIÓN HUMANA DEL SISTEMA SOLAR.

Tras la cancelación del programa Constellation, que tenía a la Luna en su punto de mira, el futuro de la presencia humana en el espacio patrocinada por la NASA quedó en entredicho. La agencia recibió finalmente el permiso para continuar desarrollando una cápsula tripulada, la “vieja” Orion, y se han establecido ciertos caminos para

construir un cohete pesado que permita volar más allá de la Tierra. Aunque no queda claro si un proyecto de esta naturaleza, que forzosamente llevará varios lustros poner en práctica, acabará teniendo éxito, se adivina al menos un renovado interés por la exploración humana del sistema solar, ya sea de la Luna, Marte o los asteroides.

El problema, en esta época de estrecheces, es sin duda económico. Un programa interplanetario, con humanos a bordo, es seguramente prohibitivo. Por tanto, en una fase tan temprana de cualquier iniciativa al respecto, resulta esen-

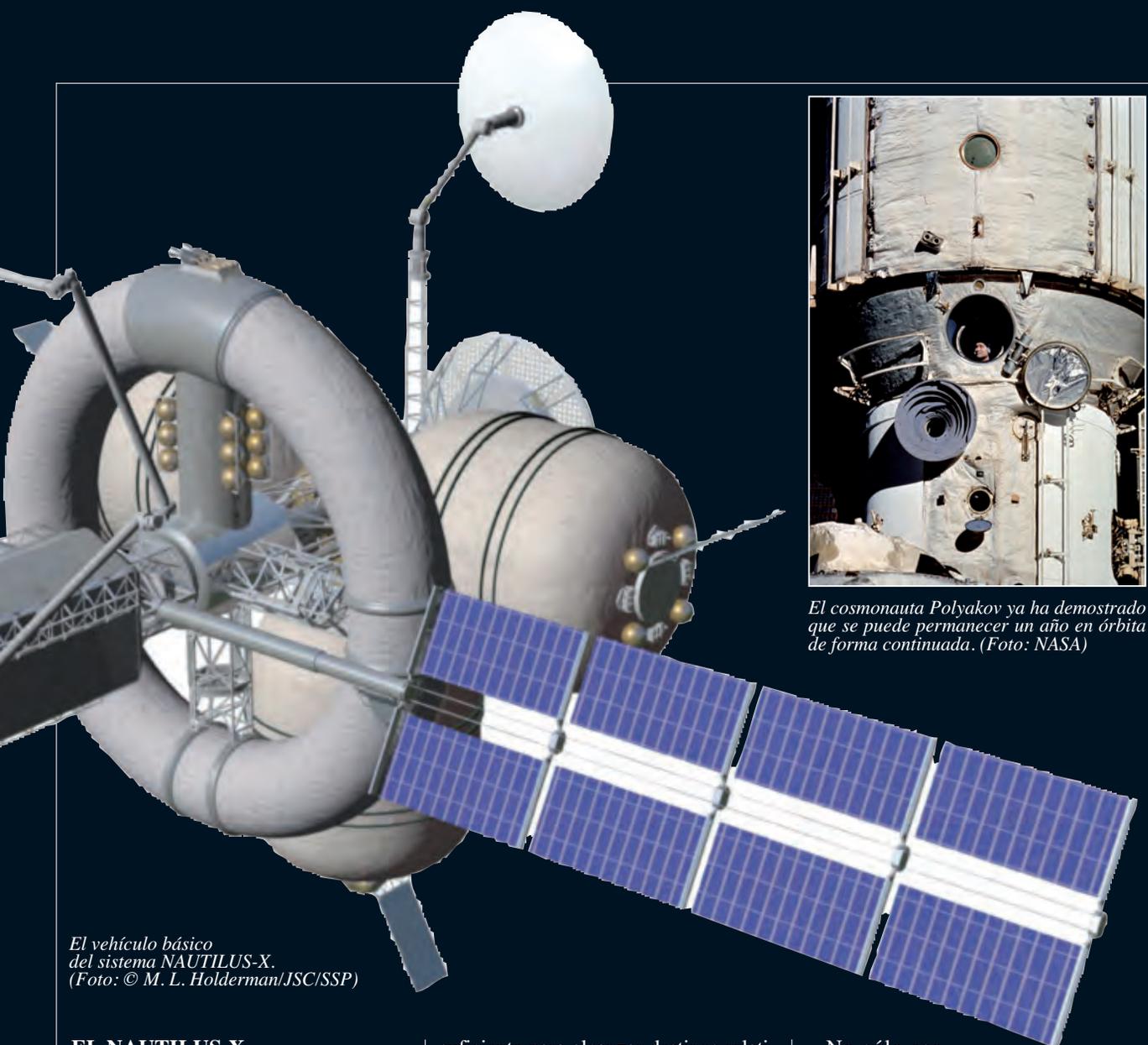


cial explorar con mucho cuidado las diferentes alternativas disponibles, e invertir en tecnologías de base para reducir la incertidumbre, disminuir los costes y aumentar las posibilidades de éxito.

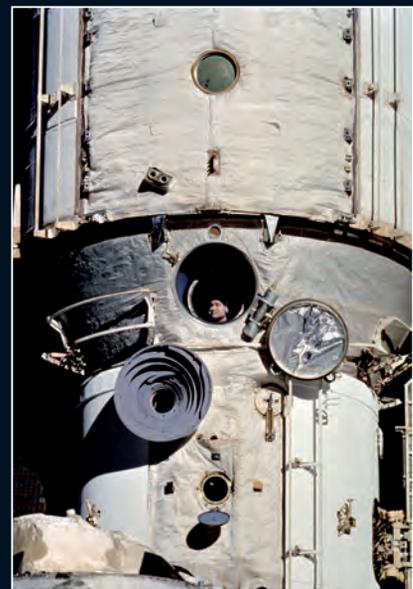
Las empresas interesadas en participar en un programa semejante ya han hecho sus propuestas, pero también se han hecho trabajos en el seno de la propia NASA, que han llegado a algunas conclusiones.

Los experimentos realizados en la misión terrestre Mars500 abren las puertas a futuros viajes a Marte. (Foto: ESA)





El vehículo básico del sistema NAUTILUS-X. (Foto: © M. L. Holderman/JSC/ISSP)



El cosmonauta Polyakov ya ha demostrado que se puede permanecer un año en órbita de forma continuada. (Foto: NASA)

EL NAUTILUS-X

Después de varios meses de estudios llevados a cabo por el “Technology Applications Assessment Team”, un equipo de la agencia, se hizo público a principios de 2011 un informe en el cual se delimitaban los rasgos principales de un proyecto que contemplaría la construcción de un vehículo tripulado para la exploración del espacio situado más allá de la Tierra, multifunción y con unas capacidades básicas interesantes.

No se trataba de diseñar una nave marciana, o de un vehículo tripulado hacia los asteroides. El objetivo era mostrar cómo debería ser una nave de uso general, con un número limitado de ocupantes humanos (seis), capaz de volar lejos de la Tierra y permanecer activa durante al menos 24 meses, tiempo

suficiente para alcanzar destinos relativamente próximos, incluido Marte.

Tal nave ha sido bautizada como NAUTILUS-X, por las siglas en inglés de Non-Atmospheric Universal Transport Intended for Lengthy United States Exploration. La “X” del nombre, aunque significa exploración, nos recuerda asimismo que estaríamos ante un prototipo avanzado que integraría las tecnologías básicas necesarias, actuando como punto de partida para vehículos más evolucionados.

El principal rasgo del NAUTILUS-X sería la presencia de una sección centrífuga, de manera que los tripulantes pudieran disfrutar de gravedad artificial y aminorar de este modo muchos de los problemas fisiológicos que imponen las estancias de larga duración en el espacio.

No sólo eso, el NAUTILUS-X, plenamente funcional, debería poder ser construido en un periodo relativamente corto de tiempo (64 meses), y por un precio moderado (menos de 4.000 millones de dólares), comparable o inferior a la actual iniciativa Orion.

Para lograrlo, los ingenieros proponen un diseño sencillo y un sistema de propulsión fiable capaz de aprovechar la técnica de las trayectorias de baja energía, que evita usar motores de gran potencia, y de beneficiarse de un sistema de tanques de combustible situados en órbita, para evitar que la nave sea demasiado grande y pesada durante el despegue.

Algunas de estas tecnologías se consideran esenciales para el éxito de la exploración humana del sistema solar,

y se apuesta por su desarrollo, tanto si el Orion vuela algún día con hombres a bordo como si no lo hace. Ya se han probado sistemas robóticos de recarga de combustible en la estación espacial, y existe interés en colocar tanques en órbita para su uso por otras naves. El NAUTILUS-X se aprovecharía de estos desarrollos, y una vez en el espacio, serviría para probar todo lo necesario para hacer realidad un viaje de exploración mucho más ambicioso que todo lo realizado hasta la fecha, sin necesidad de poner en pie un gran programa para ese objetivo.

MODULARIDAD

El sistema NAUTILUS-X se ha ideado con la meta de que sea plenamente adaptable a variadas misiones. Por eso

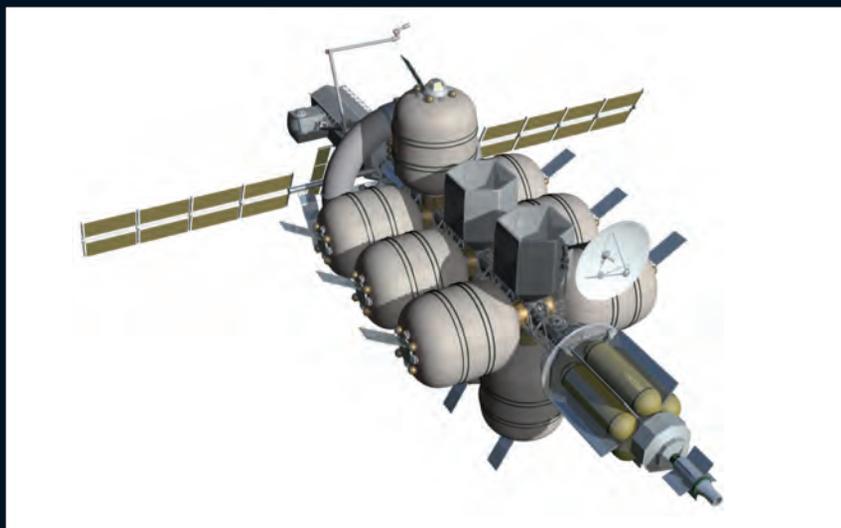
lloando en la actualidad por empresas como Bigelow Aerospace (a su vez basados en trabajos antiguos de la NASA, cuando buscaba ideas para situar un módulo habitación, el Transhab, junto a la estación espacial internacional).

Obviamente, no es lo mismo ir a la Luna, Marte o los asteroides, así que cada MMSEV tendría sus propias características definitorias, pero un diseño básico idéntico, el cual, además, sería reutilizable en varias ocasiones.

El sistema de propulsión elegido no sería químico (más allá de los pequeños sistemas de maniobra), sino que contaría con un módulo de propulsión eléctrica. Ya existen módulos de propulsión de este tipo a bordo de varias sondas y satélites operativos, demostrando su idoneidad en viajes de larga distancia con un bajo consumo de

iniciar la ruta definitiva hacia su objetivo, por ejemplo, un asteroide.

Durante el posterior periplo, los astronautas mantendrían una buena forma física al experimentar una cierta gravedad, gracias a la centrifugadora. Los efectos beneficiosos que este sistema tendría para la tripulación parecen claros, pero no existen datos muy concretos que permitan asegurarlo del todo. Por eso, un prototipo del módulo centrifugadora sería acoplado antes a la estación espacial para su uso por parte de los inquilinos del complejo internacional, de modo que los médicos y especialistas pudieran tener información de primera mano sobre los efectos reales de la exposición a un ambiente temporal de gravedad reducida. Si los resultados fueran positivos, entonces podría darse la luz verde para el modelo interplanetario, con las modificaciones que fueran necesarias (diámetro, velocidad de giro, etc.). Pero si los beneficios esperados no fueran tan determinantes, el módulo centrifugadora podría no ser finalmente adoptado. Al fin y al cabo, su presencia implica una penalización de peso y gasto de energía, y ya se han hecho esfuerzos para combatir los efectos negativos de la microgravedad mediante otros métodos, incluidos los farmacológicos (algunos astronautas han pasado más de 1 año en el espacio, y quizá podrían permanecer más tiempo aún, con las correspondientes medidas atenuantes). Algunas misiones, por otra parte, podrían prescindir directamente de la centrifugadora. No parece necesaria su participación en viajes a la Luna, donde los tiempos de tránsito son cortos (pocos días).



La versión de larga duración de la astronave, el Extended Duration Explorer. (Foto: © M. L. Holderman/JSC/SSP)

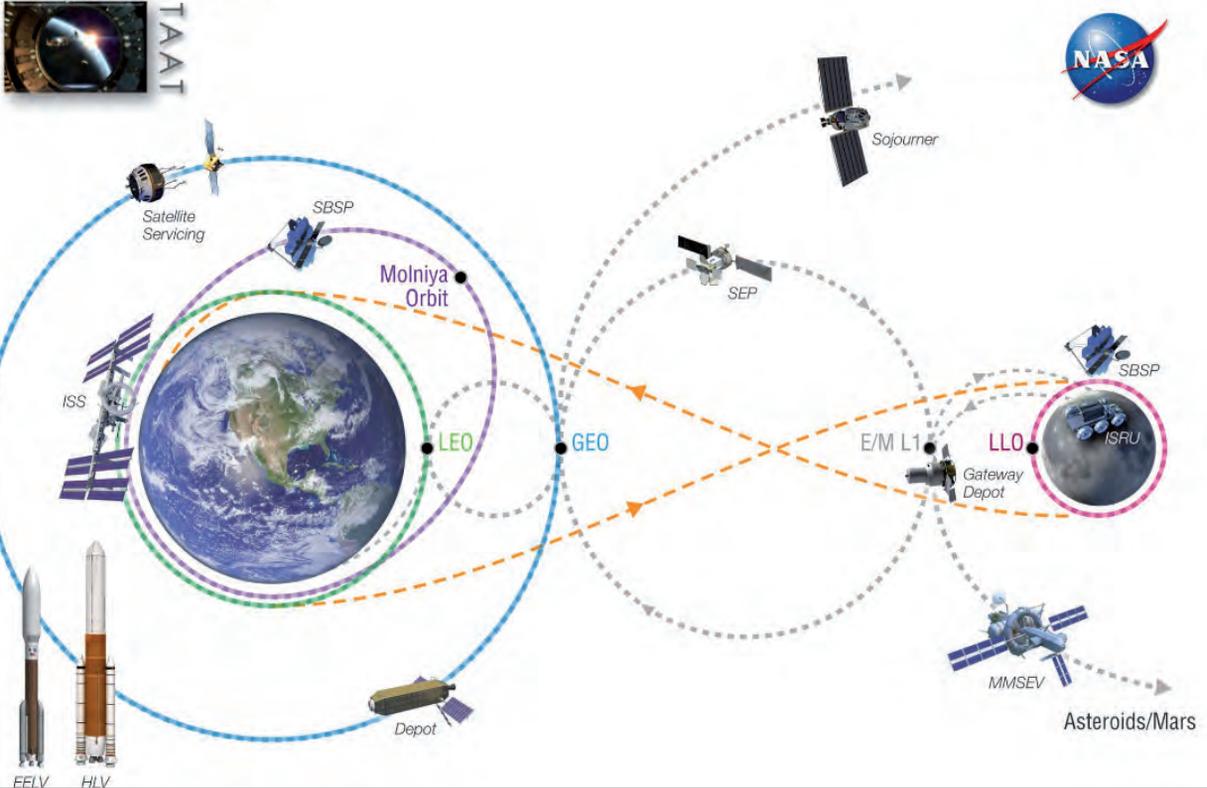
debe ser modular, e incorporar para cada una de ellas el número adecuado de elementos necesarios para hacerlas posibles. De forma básica, consistiría en un vehículo MMSEV (Multi-Mission Space Exploration Vehicle), el cual albergaría a la tripulación y estaría adosado a diversos módulos seleccionados en función del destino final. Por ejemplo, en misiones de larga duración, transportaría la centrifugadora, dependiendo del número de habitantes o de la carga, y llevaría más o menos módulos habitables, que podrían ser convencionales o, más probablemente, inflables, como los que se están desarro-

combustible. Su reducido empuje se compensa con su uso sólo en el espacio, y durante largos períodos de tiempo (meses o más). El combustible necesario para sus motores esperaría a la nave en el interior de módulos-cisterna situados previamente en órbita geoes-tacionaria o en posiciones estratégicas, como los puntos de libración (L1...). El MMSEV sería enviado a la órbita terrestre mediante métodos convencionales, y después éste maniobraría hasta dichos depósitos, a modo de gasolineras orbitales, a los que se acoplaría para llenar sus vacíos tanques. Una vez realizado el repostaje, la nave podría

ARQUITECTURA

El diseño preliminar del sistema NAUTILUS-X se basa en un módulo principal de 14 metros de largo por 6,5 metros de diámetro, al cual estarán adosadas, lateralmente, dos secciones importantes: un centro de observación y de control de todo el complejo, y un módulo esclusa, para facilitar una salida extravehicular. La nave dispondría también de un puerto de atraque.

El MMSEV, en su modestia, no debe aterrizar en ningún cuerpo astronómico, de modo que si ello fuera necesario, se haría gracias a la incorporación de



El esquema muestra algunas de las misiones posibles. (Foto: © M. L. Holderman/JSC/SSP)



Los módulos inflables, como los de la empresa Bigelow Aerospace, serán la solución ideal para el NAUTILUS-X. (Foto: Bigelow A.)

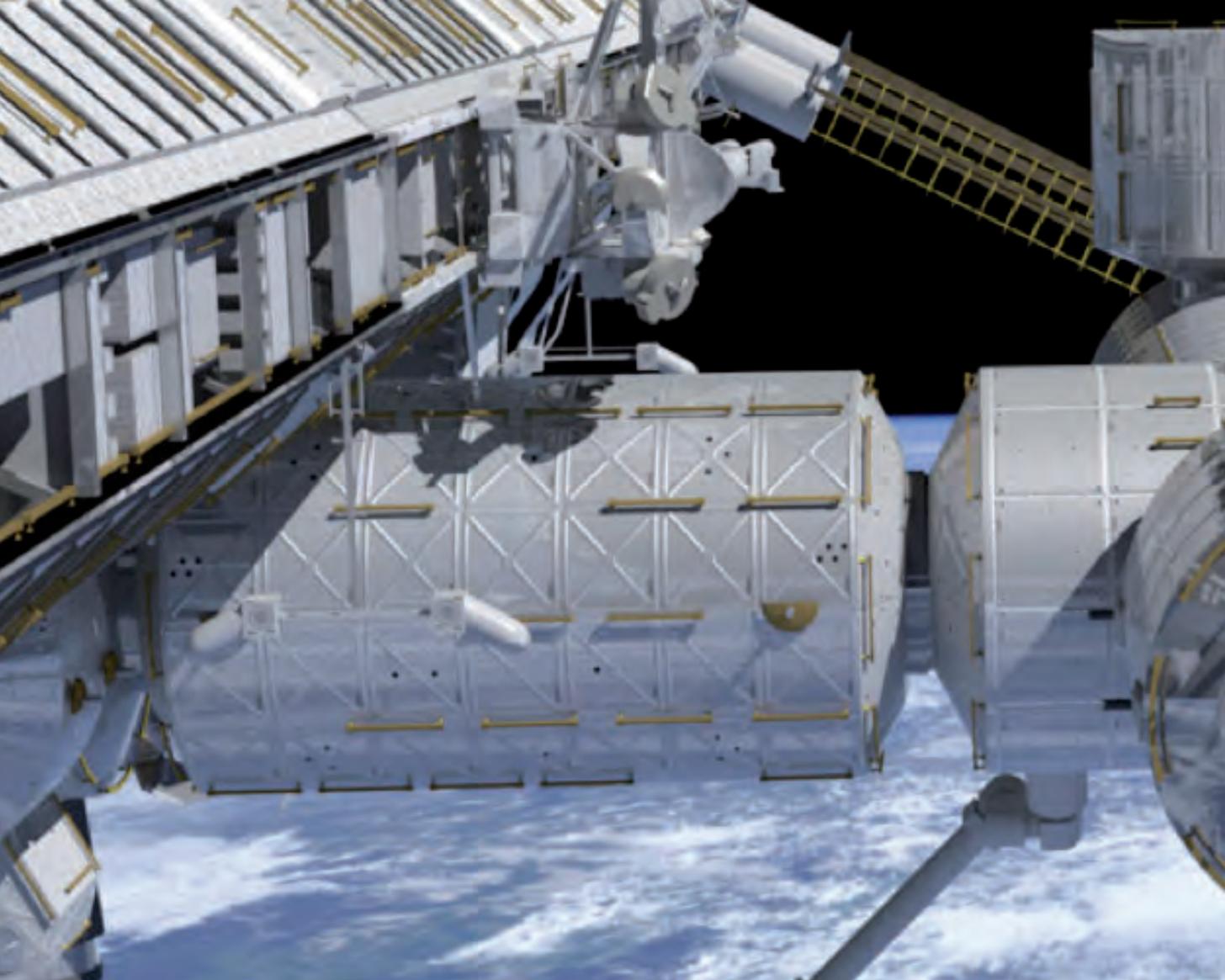
un módulo específico para esta tarea, que se uniría a él en el citado puerto. En ese mismo puerto podría acoplarse, aún en las cercanías de la Tierra, una Orion para traer a la tripulación, una pequeña nave de emergencia, etc.

En el otro extremo del MMSEV estaría enganchado un cilindro de paso para los astronautas, el cual circularía dentro de una estructura a la cual esta-

rían adosados otros elementos de la misión. Los astronautas podrían moverse por dicho cilindro e incorporarse a dichos elementos, que serían en primer lugar la centrifugadora y luego los diversos módulos inflables, en un número variable (hasta 12). Dentro de cada uno de estos módulos se encontrarían los equipos, la carga científica, los suministros, las zonas de habitabilidad

y recreo, etc. Además, varios paneles solares unidos a la estructura principal proporcionarían la energía necesaria para alimentar las necesidades de a bordo (incluyendo el motor iónico). En el extremo final del vehículo se hallaría el sistema de propulsión, cuya potencia y número de motores y tanques para el combustible dependerían del destino elegido. Tampoco hay que olvidar estructuras tales como las antenas de comunicaciones, los brazos manipuladores para trabajar en el exterior de forma robótica, tanques de agua para el consumo y que al mismo tiempo actuarían como escudo amortiguador ante la radiación cósmica, etc.

Se estima que el NAUTILUS-X más sencillo, además del MMSEV, dispondría de no más de tres módulos inflables. Durante el lanzamiento, éstos permanecerían plegados, y sólo en el espacio serían hinchados y ocupados por los astronautas. Una versión más avanzada, llamada Extended Duration Explorer, es decir, pensada para estancias más prolongadas, requeriría de más módulos para poder almacenar suministros (que llegarían a posteriori, en



naves de transporte) o dar cabida a más tripulantes. Lógicamente, a mayor tiempo de permanencia en el espacio, más carga deberá transportarse, así como más experimentos para llevar a cabo durante la misión.

En todo caso, y como verdadera nave interplanetaria, el sistema NAUTILUS-X debe responder a diversos condicionantes que la diferenciarán de una cápsula que sólo debe girar alrededor de la Tierra. Además del espacio interior disponible, deberá tenerse en cuenta la seguridad de los astronautas, es decir, deberán aplicarse todas las tecnologías apropiadas para reducir en lo posible la dosis de radiación espacial que éstos recibirán durante cualquier viaje. También deberá tener la suficiente flexibilidad para que los ocupantes puedan comunicarse con la Tierra de forma cómoda y no precaria, permi-

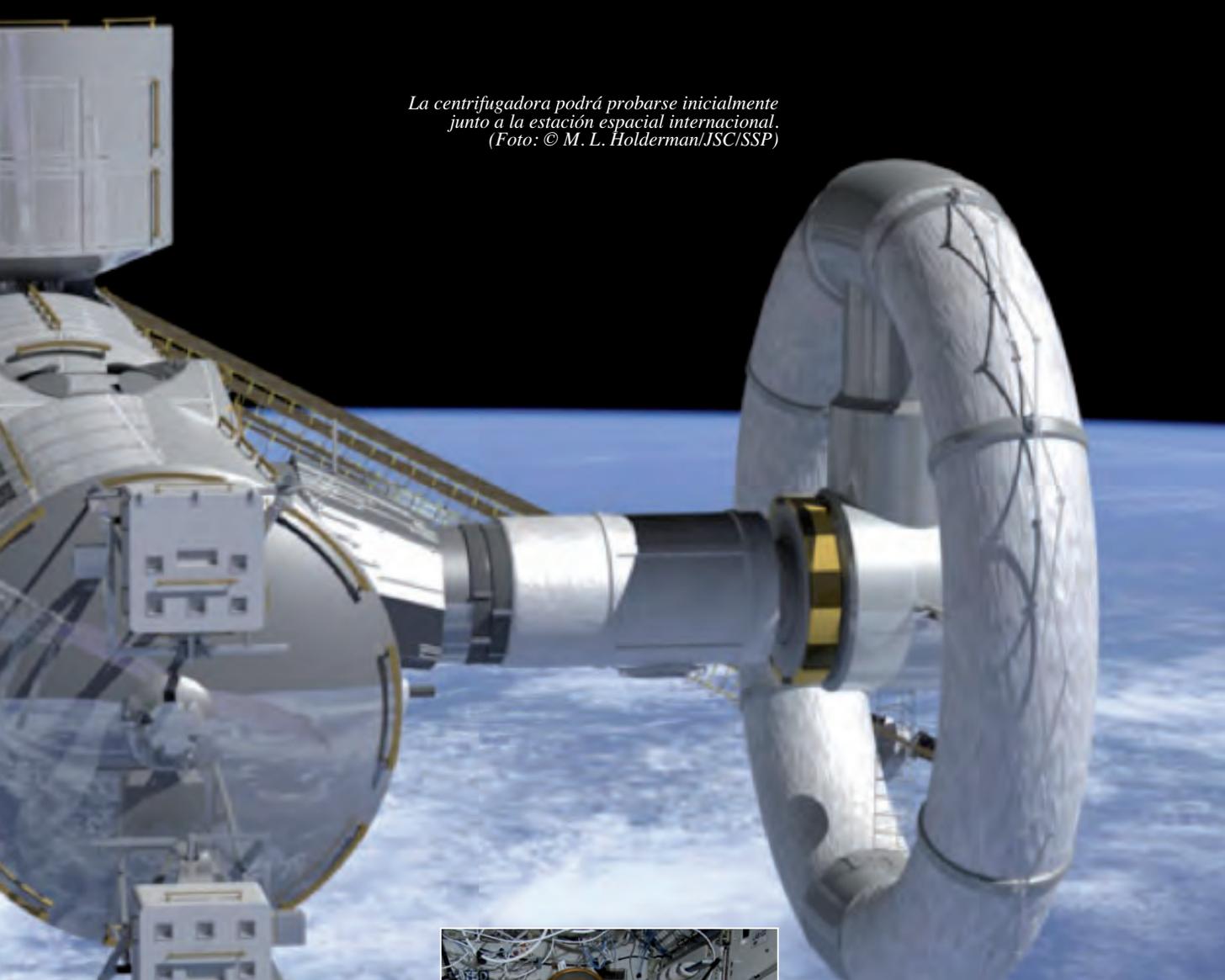
tir el trabajo en su exterior, etc. El vehículo podría llevar robots autónomos y semi-autónomos para inspecciones externas, reparaciones, y otras tareas, eliminando los riesgos para los astronautas. Propuestas ya en funcionamiento, como el Robonauta (R2), instalado en la estación espacial internacional, muestran el camino a seguir es este sentido. De momento el R2 ha sido diseñado sólo para trabajar en el interior del complejo orbital, pero en el futuro se podría construir uno para operar fuera de la ISS, disminuyendo la necesidad de que los astronautas tengan que salir, con el peligro que ello supone.

MISIONES

Aunque su masa total pueda ser limitada, comparado con otras propuestas interplanetarias, un vehículo NAU-

TILUS-X continúa siendo una nave con un tamaño importante. Para evitar tener que dotarlo con un sistema de propulsión potente, los ingenieros proponen que en sus misiones a la Luna o Marte no alcancen una órbita alrededor de estos cuerpos, sino que lo hagan alrededor de sus puntos de Libración (L1 o L2). Estos puntos de Lagrange son zonas de equilibrio gravitatorio, regiones del espacio donde la gravedad de la Luna, la Tierra y el Sol, por ejemplo, se equilibran, y es posible para un vehículo colocarse en órbita a su alrededor. Se orbita en torno a la nada, y entrar y salir de un punto de Lagrange requiere de relativamente poco combustible. Así pues, el sistema NAUTILUS-X podría ser colocado fácilmente en las cercanías de esos puntos, que actuarían como posición de espera previa al desembarco, o incluso como atalayas.

La centrifugadora podrá probarse inicialmente junto a la estación espacial internacional. (Foto: © M. L. Holderman/JSC/SSP)



Transportando un vehículo de aterrizaje adosado, sería éste el que llevaría a parte de la tripulación a su destino final, ya fuera la superficie de la Luna, Marte o un asteroide. De pequeño tamaño, este vehículo actuaría como lo hizo el Módulo Lunar del programa Apolo, concebido sólo para operar en el ámbito de llegada. Los astronautas efectuarían su misión en el lugar de aterrizaje, y después regresarían hasta el NAUTILUS-X una vez transcurrido el plazo, en una maniobra de encuentro de bajo gasto energético.

En su posición estática respecto al cuerpo a explorar, la nave podría utilizarse mientras tanto como lugar de observación. Nada impediría, en caso necesario, que recibiera suministros procedentes de la Tierra, prolongando su presencia de manera indefinida, actuando de estación espacial, hospital, etc.



El Robonauta 2 es un robot prototipo para futuros ingenios que sustituyan a los astronautas en multitud de tareas dentro y fuera de los vehículos espaciales. (Foto: NASA)

FIABILIDAD

Es evidente que lo que más temen los ingenieros cuando diseñan una nave espacial es que tenga fallos de funcionamiento antes del final del tiempo de su misión. Para el tipo de planes en los que estaría involucrada, la NAUTILUS-X debe ser una nave capaz de funcionar sin problemas durante períodos que irían de 1 a 24 meses. La mayoría de misiones de exploración interplanetaria actualmente propuestas entrarían dentro de este margen. Como ya se ha dicho, se ha demostrado con anterioridad que un astronauta puede estar más de 1 año en el espacio de forma continuada (algunos llevan mucho más a lo largo de varios vuelos), y no parece imposible que se logre una estancia de dos años sin grandes dificultades. En todo caso, la de-

mostración de que esto es así puede hacerse con relativo poco peligro en la estación espacial internacional, y en experimentos como los de Mars500 realizados en la Tierra. La cuestión es si la propia nave espacial puede mantener con vida a sus tripulantes durante todo ese tiempo.

La estación orbital lleva muchos más años en activo, y en este caso la respuesta podría volver a ser sí. Sin embargo, son múltiples los equipos que han sucumbido con el paso del tiempo y que han tenido que ser reemplazados. La ISS goza de un bien surtido programa de recambios, y la cercanía con la Tierra hace suponer que en caso necesario se puede esperar la llegada de nuevos elementos para sus-

gundo de estos sistemas básicos puede fallar, o de lo contrario se pondría en peligro la misión e incluso la vida de los viajeros. Por tanto, la nave debe autosostenerse y proporcionar todo lo necesario durante el tiempo previsto.

Sabiendo que el vehículo no debe reentrar en la atmósfera terrestre para regresar a la Tierra (otra cápsula se ocuparía de recoger a los tripulantes y llevarlos a casa), es posible proponer que el sistema NAUTILUS-X realice diversas misiones consecutivas, una vez recibidos los correspondientes suministros. Así, si la nave está certificada para al menos 24 meses, debería poder realizar varios viajes a la Luna de 1 mes de duración cada uno. Además, siguiendo la tradición astronáuti-

mitiéndonos abandonar de nuevo la órbita de la Tierra.

Pero también es verdad que, ante la ausencia de fondos para programas completos que contemplen el regreso a la Luna o la ida a Marte, se está optando por dedicar recursos al desarrollo de tecnologías que faciliten estos proyectos en el futuro, en caso de que se decida llevarlos a cabo. Por eso, paradójicamente, se está más cerca de obtener la tecnología necesaria para el NAUTILUS-X que para cualquier otra cosa.

Por ejemplo, antes de iniciar un desarrollo definitivo, no es descabellado plantear el ensayo de algunas de esas tecnologías en la mejor plataforma actualmente disponible: la estación espacial internacional. Se pueden realizar en ella estudios fisiológicos y de resistencia perfectamente aplicables, y se puede lanzar hacia ella un módulo inflable para probar su comportamiento de forma controlada y durante tiempos largos. De la misma manera, es posible construir a medio plazo una centrifugadora y comprobar en qué grado es útil. Con un diámetro de 9 a 12 metros, podría ser lanzada en un cohete Delta-IV o Atlas-V y llevada a la estación por menos de 150 millones de dólares, unos 40 meses después de su aprobación. Allí se la haría girar más o menos rápido, generando diversas condiciones de gravedad parcial para comprobar sus efectos y la conveniencia de su uso. La centrifugadora, inflable, estaría diseñada para ser utilizada por los astronautas de la estación, que disfrutarían de períodos de gravedad útiles para su preparación previa al retorno a la Tierra, o para mantenerse físicamente en forma durante sus expediciones, así como para aprovechar el espacio disponible en su interior para experimentos, recreo, etc.

Si fuésemos más ambiciosos, podría construirse un NAUTILUS-X mínimo y unirlo a la ISS durante un tiempo apropiado, durante el cual se controlaría su funcionamiento para demostrar que está lo bastante maduro como para ser usado en solitario más adelante.

Las posibilidades son inmensas, y suficientes como para revolucionar nuestro futuro como especie exploradora del sistema solar, tal y como hicieron otros vehículos "X" en el pasado de la aeronáutica y la astronáutica ■



La NASA propuso hace años el Transhab, un módulo inflable para la estación espacial. (Foto: NASA)

tituir a otros que fallen. Este lujo no estaría disponible para un vehículo interplanetario, de modo que el NAUTILUS-X deberá demostrar que la tecnología está lo bastante madura como para funcionar sin fallos durante el período previsto. La fiabilidad de los componentes, ante situaciones adversas e inesperadas, como una tormenta solar, debe estar garantizada, y sólo el ensayo en el espacio puede permitirnos afirmar que esto sucederá así.

Con una capacidad de seis tripulantes, el NAUTILUS-X debe funcionar a pleno rendimiento, proporcionando los consumibles que requiere tal tripulación, en cuanto a aire, agua y alimentos, así como una capacidad de eliminación de CO₂ o de generación eléctrica. Nin-

ca, que hace que las naves espaciales sean diseñadas con amplios márgenes, es de esperar que el NAUTILUS-X sea lo bastante resistente como para multiplicar por dos o más su tiempo de actividad requerido, como una forma de garantizar que sus sistemas trabajarán sin dificultades el período mínimo preestablecido.

¿LO VEREMOS?

En los tiempos que corren no se puede decir que vayamos a ver esta propuesta hecha realidad en un plazo corto de tiempo. El estudio, al menos, pone de manifiesto que es posible desarrollar un vehículo interplanetario modular por un coste razonable, per-