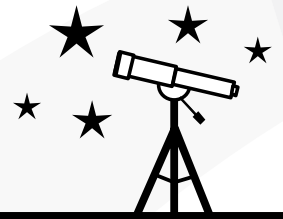


>> “Es difícil encontrar a alguien en la ESA que te diga que un ingeniero español es peor que otro de otro país”

Pedro Duque. Astronauta



El primer astronauta de nuestro país analiza la ciencia y la investigación del sector aeroespacial, en el que cada vez existe una mayor implicación de la ingeniería española en áreas como las telecomunicaciones o la informática.

>> Rosario Moreno-Torres Sánchez y Javier Sánchez Relinque

Uciencia

> **A menudo la sociedad se interesa en las misiones espaciales por su vistosidad, por lo enigmático o por curiosidad hacia lo desconocido pero, ¿podría explicarnos por qué verdaderamente es importante la investigación aeroespacial? ¿Por qué motivos se va al espacio?**

Principalmente, se va al espacio por tres motivos: porque se utiliza para hacer una ciencia mejor y distinta que da una nueva perspectiva a los científicos. En el espacio ponemos telescopios para ver lo que no se puede apreciar desde dentro de la atmósfera y también se hacen investigaciones en la estación espacial en condiciones de ingravidez, donde el experimento sufre unas condiciones distintas a las de un laboratorio convencional. Con esta diferencia obtenemos nuevos datos, avanzando de una forma difícil de igualar si no se eliminara la gravedad como variable.

Por otra parte, se utiliza además como un lugar de desarrollo de nuevas tecnologías, es decir, como ir al espacio es algo extremadamente complicado, motiva que se necesiten y produzcan ideas avanzadas que a la postre se utilizarán en proyectos reales.

La tercera y última razón es, sin duda, la exploración. El ser humano se diferencia de los animales en su curiosidad, en saber qué hay más allá, y aquí es donde se incluye el ir fuera de la Tierra. Parece que esa barrera de lo imposible la es-

tamos empujando entre todos. Objetivos extremadamente difíciles como el espacio inspiran a todos y proporcionan un acicate para estudiar, esforzarse, inventar, ilusionarse y en definitiva avanzar.

> **En este contexto de descubrimientos, ¿qué opinión le merecen los más recientes y los que, a su juicio, le han resultado más impactantes?**

Cada vez son más pequeños los planetas que podemos descubrir en estrellas diferentes a la nuestra (el Sol) gracias a telescopios espaciales de más y más capacidad. Ahora empezamos a tener una pequeña medida de hasta qué nivel es posible que exista vida en otros lugares del universo. Ya no son solo conjeturas.

Otro avance crucial ha sido el poder conocer la masa de los agujeros negros. Actualmente, la propia física fundamental se hace casi en su totalidad estudiando el universo. Su estudio y el de los primeros segundos de su creación son tan importantes como el de los aceleradores de partículas, ya que tenemos muy poca idea de la composición del cosmos.

Gracias a estos avances y a los telescopios espaciales con sensibilidad en rayos X y gamma se han podido superar las ideas de Stephen Hawking de hace 20

>> Quién es ...

> Licenciado en la E.T.S.I. Aeronáuticos en 1986 por la Universidad Politécnica de Madrid.

> Su primera misión espacial fue la STS-95 del transbordador Discovery en 1998, de nueve días de duración, en la que supervisó el módulo experimental de la ESA.

> En 2003, Duque participó en la 'Misión Cervantes', realizando la labor de ingeniero de vuelo y visitando la Estación Espacial Internacional durante diez días.

> Desde noviembre de 2004 a octubre de 2006 trabajó en la E.T.S.I. Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid como Director de Operaciones del USOC español.

> En el año 2006 fue nombrado director general de *Deimos Imaging*.

años. Lo cierto es que, a día de hoy, continuamos sin saber de qué está hecha el 80 por ciento de la materia que nos rodea y que no responde a las actuales ecuaciones de la mecánica cuántica. Hay muchísimo por descubrir, una vez más, y como siem-

pre, cuanto más sabemos, más sabemos lo que ignoramos y mucho de lo que falta tiene que resolverse en base a la tecnología espacial.

> **¿Qué augura respecto a cuáles van a ser las líneas de desarrollo del sector del espacio en los próximos 20 años?**

Eso depende de muchos factores porque son proyectos que requieren de mucho esfuerzo presupuestario y el darles un plazo de tiempo es muy difícil. Depende del interés que tengan los gobiernos en ellos. El otro factor es que son proyectos que han

“El ser humano se diferencia de los animales en su curiosidad, en saber qué hay más allá, lo que incluye salir de la Tierra”



NASA



ESA - P. Duque

A la izquierda, los siete miembros de la tripulación para la misión espacial STS-95 antes de una sesión de entrenamiento en el Centro Espacial Johnson de la NASA. A la derecha, el astronauta Pedro Duque trabaja en el experimento PROMISS dentro de una urna estanca preparada para pruebas en microgravedad.

de hacerse con fondos gubernamentales, ya que no reportan beneficios.

De todas formas, creo que, por ejemplo, se podría tener una base permanente de trabajo en la Luna para comprobar si la minería de este satélite podría ser una posible solución a problemas de la Tierra. A lo mejor lo es.

Dentro de los desarrollos de observación de la Tierra, en los próximos 20 años posiblemente se cubrirá de satélites nuestra órbita para ver cómo se rige el cambio climático. Todo el mundo ha entendido que estudiar la Tierra en su conjunto no se puede hacer desde dentro sino desde fuera.



> **¿Podría dar algunos ejemplos de cómo incide en nuestra vida cotidiana la investigación en el espacio?**

Siempre ha habido curiosidad en el ser humano por estudiar y participar en esto. Además, es uno de los pocos “hilos” de los que se puede tirar de la ilusión de los niños para que hagan ciencia.

La tecnología que se desarrolla en este sector, al ser nueva, necesita de tiempo, pero finalmente va calando poco a poco hacia el resto de la sociedad. Por ejemplo, las fotocopias rápidas, desarrolladas para el proyecto Apolo, progresivamente han ido penetrando en el uso diario.

Básicamente, hay tres áreas de la tecnología aeroespacial con las que sin su existencia no entenderíamos nuestra vida: las comunicaciones, que han mejorado la justicia en el mundo, ya que todos sabemos lo que ocurre en otros sitios y permite a los periodistas dar a conocer las injusticias para que la sociedad actúe; los satélites de navegación porque nadie concibe ya perderse para llegar a los sitios y; por último, la observación de la Tierra desde el espacio para poder estudiarla en su conjunto a través de satélites.

> **Y en cuanto a su empresa, Deimos Imaging, ¿qué actividades lleva a cabo?**

Deimos en su conjunto es un grupo bastante grande, somos más de 500 personas con muchas áreas de actividad. De hecho, la Agencia Espacial Europea (ESA) trabaja con nosotros en las fases de

Una cualidad para ser astronauta es hacer los experimentos de forma correcta, lo que imprime un sesgo mayor a los estudios y al entusiasmo

desarrollo de muchos proyectos. Acuden a Deimos para realizar las evaluaciones preliminares, es decir, si con la tecnología actual se puede ir a tal planeta o enviar tal sonda.

Deimos Imaging en concreto aporta su granito de arena en el campo de la observación terrestre. De esta forma se mejora el control del medio ambiente y se asegura una mayor eficiencia de la agricultura. El satélite no es muy grande, pero su avanzada electrónica hace que capte grandes extensiones de terreno en poco tiempo y de esa manera se pueden dar informes agrícolas cada pocos días. Básicamente, podemos averiguar cada cuánto tiempo hay que regar o abonar y detectar problemas en cultivos o bosques de forma rápida.

> **¿Es importante eso?**

Sí, porque este es el siguiente paso en la eficiencia de la agricultura. Hasta aquí hemos llegado sin utilizar satélites y, si ahora los utilizamos, daremos un nuevo recorte a los costes de producción. Además, en la agricultura, si se abona adecuadamente, esto es, solo lo que la planta puede absorber, y recurrimos menos a los pozos, haremos menos daño al medio ambiente y será doblemente positivo.

> **En el sector aeroespacial podemos distinguir como mínimo dos maneras de trabajar. Una muy minoritaria (tan sólo medio millar de personas han salido al espacio desde que Yuri Gagarin lo hiciera en 1961) y en la que usted ha podido participar: ser astronauta. Y otra en la que participan la inmensa mayoría: ser técnico o investigador en esta área. En este sentido, quizá el hecho de ser astronauta responde al perfil más mítico y atractivo. ¿Qué consejo le daría a cualquier joven que se haya propuesto seguir sus pasos? ¿Qué requisitos tiene que cumplir un futuro astronauta?**

Personalmente, pienso que muchos más de esos 500 que han salido al espacio serían capaces de hacerlo. En realidad no constituyen dos grupos separados. En el mundo puede haber unas cien mil personas trabajando en el sector y de ellos se seleccionan a varios para ir en una nave espacial.

Los requisitos básicos pasan por tener una titulación superior en ciencias, ingeniería o medicina.

Incluso, en caso de misiones donde se necesite de ciertas habilidades en el pilotaje, tienen cabida personas que procedan de la rama militar, aunque actualmente las cápsulas requieren de un pilotaje manual mínimo.

Por otra parte, hay que demostrar una cierta capacidad operativa en situaciones complicadas y salir con éxito de ellas. A esto se añade la propia salud y la condi-

ción física. Cuanto más “normal” mejor. No se sabe los efectos que puede tener una misión en cada tripulante y, por ello, se intenta seleccionar este tipo de perfiles.

Pero, si he de resaltar alguna cualidad, hoy lo que importa es hacer los experimentos de forma correcta, lo que imprime un sesgo mayor a los estudios, a la capacidad de aprender y al entusiasmo.

> **El trabajo de astronauta es muy duro, requiere una formación universitaria exigente, un estricto entrenamiento físico y años de espera para tener la oportunidad de formar parte de una misión espacial. Además, esto tampoco parece unido a grandes compensaciones económicas. Sin embargo, tener la oportunidad de ser astronauta y realizar una misión es vivido como la mayor alegría por los científicos que se dedican a ello. Dicho de otra manera, ¿qué hay en los viajes al espacio que compensan una vida tan dura y sacrificada en la que, además, no se prometen ni garantizan grandes remuneraciones?**

Es cierto que no hay muchas compensaciones económicas durante el tiempo que uno trabaja de astronauta, aunque alguna gente sí logra aprovecharlo a posteriori. Me imagino que habrá un alto porcentaje de gente que les guste salir en la televisión como compensación, aunque eso no suele ser lo más común.

Es una oportunidad única para conocer a mucha gente y a científicos muy

famosos que confían en lo que uno hace. Además, vuelves contento y satisfecho si las cosas han salido bien ahí arriba.

Personalmente, creo que es una experiencia vital, distinta y única, a la que también hay que darle valor. De hecho, la gente que tiene mucho dinero ahora compra, con mucho dinero, esa experiencia. Al fin y al cabo son las experiencias lo que tiene valor, el dinero sirve para comprarlas si tu actividad diaria no te las proporciona.

>>





NASA



ESA - P. Duque

Duque analiza algunos documentos durante la misión STS-95. A la derecha, el astronauta español estudia las consecuencias de ingravidez sobre el sistema cardiovascular y el respiratorio, así como la tensión y las reacciones cognoscitivas y fisiológicas de un astronauta durante su misión espacial.

>> Profesores de la UMA preguntan



Antonio Puerta Notario
Director de la Escuela de Telecomunicaciones de Málaga
Catedrático de Teoría de la Señal y Comunicaciones

> Se hace evidente el papel de las tecnologías de las telecomunicaciones y de la electrónica en todas las aplicaciones espaciales: satélites, sondas espaciales, sistemas de posicionamiento global, procesamiento de imágenes. Dado que las mencionadas tecnologías constituyen el núcleo fundamental de carreras como la Ingeniería de Telecomunicaciones, ¿qué papel tiene actualmente en su opinión este título en el ámbito de la industria espacial, y cuál se espera que sea su evolución en el futuro?

Está claro que un porcentaje bastante considerable de los ingenieros –dependiendo del país– trabajan en el sector en función de cada especialidad. El ámbito de la ingeniería en el espacio es básico y nunca se va a poder hacer una nave espacial sin tener muy bien estudiados los sistemas de telecomunicaciones. La característica número uno del espacio es que es muy grande y es muy difícil comunicarse.

Por su parte, los dedicados a la electrónica siempre deben estar a la última y ser conscientes de que la tecnología más reciente quizá no sea la más apropiada. Es cierto que cuanto más miniturizadas las cosas mejor, porque pesan menos, pero siempre teniendo en cuenta el ambiente de radiación y la fiabilidad como máximo requisito.

Ahora mismo, las empresas que fabrican satélites muy pequeños se basan más en la electrónica y en la comunicación para luego añadir la carcasa y los conocimientos aeroespaciales, de lo que se deduce que la telecomunicación empieza a estar al mismo nivel que la mecánica y el movimiento orbital.

> Sabemos que un colectivo bastante amplio de titulados en la ETS de Ingeniería de Telecomunicaciones de la UMA ha trabajado o trabaja en la ESA y en otras instituciones y empresas del sector aeroespacial en el ámbito internacional: ¿Qué consideración respecto a su nivel de formación merecen nuestros titulados en ese sector? ¿Se percibe la presencia de los ingenieros españoles?

En general, los ingenieros españoles hemos entrado en la Agencia con gran escepticismo por parte de ellos, pero después se ha terminado solicitando más profesionales de nuestro país. Esto se debe a que se ha visto mucho rendimiento y se ha calificado muy positivamente a los españoles con respecto a los profesionales de otros países europeos. A día de hoy, es difícil encontrar gente que te diga que este ingeniero español es peor que otro de otro país. Suele ser al contrario: ¿cómo es posible que los ingenieros españoles sean tan buenos?



Víctor Muñoz Martínez
Catedrático de Ingenierías de Sistemas y Automática

> Un alumno que estudia ingenierías decide trabajar en una agencia espacial como técnico. Independientemente del trabajo que desee realizar y de su educación como ingeniero, ¿qué formación extracurricular sería recomendable?

A los pocos años uno termina siendo gestor de proyectos y, si se decide a trabajar en la industria, es recomendable la formación en gestión cuanto antes. Además, estoy seguro de que se pueden hacer



Francisco Vico Vela
Profesor de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial

> Viendo películas como *Apolo XIII* uno comprueba el gran avance que la ciencia informática ha experimentado desde aquellos años. En la actualidad las técnicas de inteligencia artificial (IA), la simulación y la robótica son fundamentales en la exploración espacial. ¿Animaría a los estudiantes de informática a orientarse profesionalmente en esta dirección?

Desde luego que sí, es un área del futuro. Lo único que ocurre es que la



A la izquierda, foto de la tripulación, con Pedro Duque en el centro, en la Estación Espacial Internacional hacia el final de la Misión Cervantes. A la derecha, Pedro Duque durante una conexión con la televisión española durante esta misma misión.

algunas formaciones muy específicas. En informática, ejemplo de ello podría ser un curso sobre estándares de programación de la ESA, que se encuentran entre los más avanzados del mundo.

En el caso de la electrónica, existe una serie de conocimientos que si no se aprenden dentro de la Agencia, mejor aprenderlos antes: como los efectos de la radiación o cuestiones de fiabilidad. Otras tareas más específicas son las que tratan los componentes que, aunque obsoletos en la Tierra, se siguen utilizando en el espacio. Para ello hay toda una ciencia destinada a que los proyectos se ejecuten con este tipo de condiciones.

> ¿Cómo se percibe el proceso de Bologna con respecto a las ingeniarías desde su posición?

Hasta el momento, los ingenieros españoles venían bien preparados en cuanto a los cimientos teóricos, por lo que eran fácilmente maleables y reconducibles hacia otros conocimientos. Veíamos que tenían una base académica que les hacía entender las cosas más rápidamente.

La conversión hacia una ingeniería más anglosajona está destinada a formar especialistas, habrá que ver si la formación de grado está correctamente

Los ingenieros españoles venían bien preparados en cuanto a cimientos teóricos, por lo que eran fácilmente maleables y reconducibles hacia otros conocimientos

orientada y si los programas se adaptan o no a los trabajos de la industria aeroespacial. En principio, puede hacerse perfectamente. De hecho en EE.UU. construyeron el *Apolo*, fueron a la Luna y tienen desde hace mucho tiempo este tipo de formación de tres años más la especialización o máster.

inteligencia y la fisiología artificial –yo la llamo así– aún están un poco atrasadas en nuestro sector, ya que cuando uno hace algo en lo que existe un riesgo elevado, normalmente suele utilizar elementos suficientemente probados y trata de inventar lo justo y necesario. Por este motivo, este tipo de avances tan modernos de resolución de problemas con inteligencia electrónica se implantarán, pero tardará un poco aún.

De todas formas, es probable que en poco tiempo haya una revolución y se envíen sondas no tripuladas a los sitios donde los autómatas tengan que ocuparse por sí mismos. Este, creo, es el futuro de los precursores de la exploración.

> Por otra parte, ¿cómo ve el futuro de las misiones no tripuladas?

Obviamente antes de hacer una misión de exploración es necesario enviar sondas no tripuladas, pero de momento será difícil contestar a preguntas fundamentales sin mandar a alguien allí. Es decir, no será el astronauta el primer oficio que se sustituya por IA, ni mucho menos. Es más fácil sustituir trabajos más predecibles donde la IA esté más controlada.

En el momento de estar en un planeta lejano, lo que mandes allí ya no se puede arreglar. Se podrán hacer cosas, como se ha hecho en Marte, pero realmente no todo. Empezaremos de esa

manera, irá muy bien, pero nunca se podrá suplantar la exploración.

La sociedad requiere a los astronautas porque quiere que vuelva alguien para contarlo. A esto se une, por otro lado, que cuando se utiliza una gran cantidad de automatismos, se aumenta tanto el volumen de maquinaria como el nivel de incertidumbre: se necesitan nuevas medidas para evitar que falle, puede tomar decisiones incorrectas...

Si no hemos sido capaces ni de que los coches vayan por la raya de la calzada o conducir por una autopista recta, imaginemos hacer geología en Marte. Por eso, todos los intentos por utilizar sistemas automáticos se hacen con mucho cuidado.