

# LA FARSA DE LA LUNA

El siguiente artículo pretende servir de guía a aquellos lectores interesados en un acercamiento sensato y racional al presunto montaje de las primeras misiones lunares tripuladas; busca asimismo ser un complemento de otros trabajos publicados con anterioridad, dedicados a analizar con

detalle los argumentos relacionados con las fotografías lunares<sup>1</sup>. A lo largo del texto, organizado en forma de argumentos y respuestas, se discuten las afirmaciones utilizadas para desacreditar las primeras exploraciones lunares que no están relacionadas con fotografías concretas<sup>2</sup>.

## ARGUMENTO PRIMERO

*La temperatura media en la Luna varía entre los 260 grados Fahrenheit (F) y los 280 F, demasiado caliente para que el celuloide de las fotografías sobreviviera. A esas temperaturas, la película se arruga y se funde, quedando completamente inservible.*

## RESPUESTA

No es lo mismo la temperatura del aire que la de la superficie. En la Luna, al no haber aire, sólo nos podemos referir a la temperatura de la superficie lunar. Ésta puede llegar a los 280 F (138 °C). Sin embargo, eso no significa que los astronautas y sus instrumentos se encontrasen a esa temperatura, porque ésta depende de las propiedades de cada objeto. Aquellos objetos que reflejan un mayor porcentaje de la luz solar, se encuentran a menor temperatura, y viceversa.

Por otra parte, esta temperatura máxima sólo se alcanza durante el

mediodía lunar (el día lunar dura unos 14 días terrestres). Durante las misiones Apolo, no se alcanzaron temperaturas tan altas, ya que los vuelos a la Luna se programaron de tal manera que, al realizar cada alunizaje, el Sol no se encontraba muy alto en el horizonte (aproximadamente un día después de haber amanecido en la zona del alunizaje), por lo que las temperaturas eran, en realidad, relativamente moderadas, incluso después de haber pasado en la superficie tres días terrestres (el tiempo máximo que permanecieron las últimas misiones en la Luna).

**En la Luna, al no haber aire, sólo nos podemos referir a la temperatura de la superficie lunar, que puede llegar hasta los 138 °C. Sin embargo, la temperatura de los astronautas y sus instrumentos dependían de sus trajes o de las propiedades de cada objeto**

Adicionalmente, las cámaras utilizadas en la superficie («Hasselblad 500EL Data Cameras») estaban dotadas de finas capas de plata, tanto en el exterior como en los cargadores interiores, que reflejaban parte de la luz recibida, y el celuloide de las cámaras se mantenía en cargadores herméticos sin aire, que permitían un aislamiento casi

tótal frente al calor y proporcionaban protección contra las variaciones de temperatura, permitiendo una temperatura interna más uniforme. Así, la película era protegida eficientemente del calor producido por la luz solar. De hecho, se mantenía a una temperatura de entre 50 y 100 F (entre 10 y 38 °C).

## ARGUMENTO SEGUNDO

*Ningún ser humano puede atravesar el cinturón de radiación de Van Allen, ya que el nivel de radiación presente en esa zona del espacio es mortal, a no ser que te proteja una capa de varios metros de plomo.*

## RESPUESTA

Los cinturones de Van Allen fueron descubiertos por primera vez por el satélite Explorer 1, el primero lanzado por Estados Unidos (el 31 de enero de 1958). Este satélite fue diseñado por un grupo de científicos liderados por James Van Allen, de ahí el nombre. Estas regiones se crean como consecuencia de la interacción del viento solar (el flujo de protones y electrones proveniente del Sol) con el campo magnético de la Tierra, que retiene una gran cantidad de partículas cargadas y radiación en esa zona. Estos cinturones de radiación

se extienden desde unos 1.000 kilómetros hasta más de 65.000 kilómetros de altura sobre la Tierra, alcanzando el máximo de radiación en torno a los 3.200 y 20.000 kilómetros.

La NASA conocía perfectamente los peligros derivados de la existencia de este cinturón de radiación. De hecho, llevó a cabo experimentos previos a las misiones Apolo para investigar su naturaleza. Por ejemplo, los astronautas de la misión Gémini 10 sobrevolaron la zona conocida como Anomalía Magnética del Atlántico Sur (*Southern Atlantic Magnetic Anomaly, SAMA*), una especie de prolongación a menor altura y de menor intensidad que los cinturones de Van Allen.

Antes de considerar la radiación absorbida por los astronautas, es conveniente adquirir una noción básica de la radiación y las unidades utilizadas para medirla. La unidad utilizada actualmente para cuantificar la dosis de radiación absorbida es el *gray*. Sin embargo, antes se utilizaba el *rad* (*radiation absorbed dose*, o dosis de radiación absorbida). Un gray equivale a 100 rad.

El efecto biológico de la radiación depende de la región del cuerpo que haya sido expuesta, así como del tipo de radiación. Debido a

esto, el gray se modifica mediante los conceptos llamados *factor de ponderación tisular* ( $w_T$ ) y *factor de ponderación de la energía* ( $w_R$ ). El resultado es una nueva unidad llamada Sievert (Sv), que equivale a 100 rem (*roentgen equivalent for man*, o equivalente roentgen para el hombre), unidad equivalente antiguamente utilizada.

**El tiempo de exposición de cada nave Apolo a la radiación de los cinturones de Van Allen fue relativamente breve, de unas cuatro horas por misión, aproximadamente, por lo que no hubo peligro**

El tiempo de exposición de cada nave Apolo a la radiación de los cinturones de Van Allen fue relativamente breve (unas cuatro horas por misión, aproximadamente), ya que empezaban a pasar por esta zona a una velocidad de unos 40.000 km/h. Cada nave Apolo pasó por ellos dos veces, una de

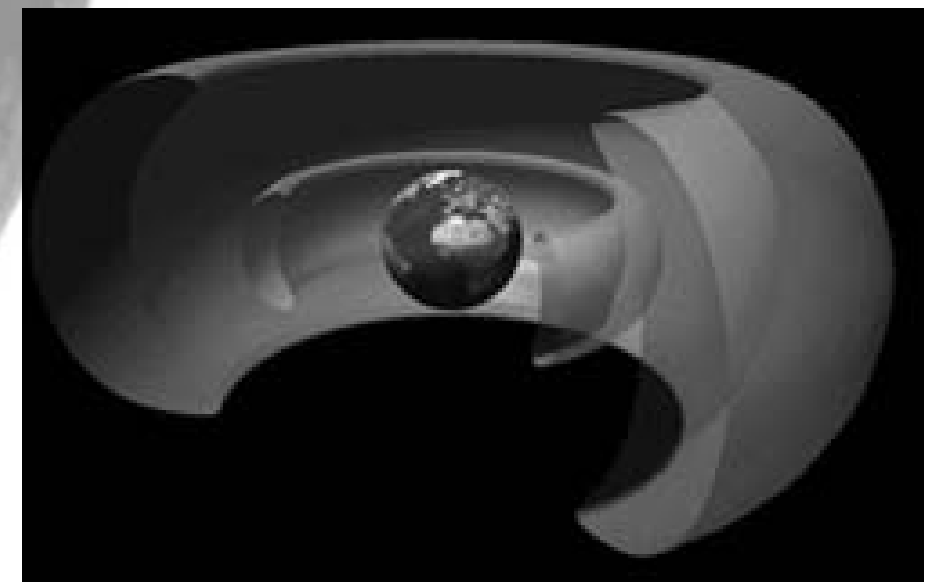


Diagrama de los cinturones de Van Allen. (NASA, Johnson Space Center)

ida y otra de vuelta. En total, los astronautas pasaron menos de una hora en la parte más densa del cinturón de radiación, y estaban bien protegidos en su nave espacial, ya que el principal peligro de los cinturones de Van Allen lo constitu-

yen los protones y electrones de alta energía, contra los que es relativamente fácil protegerse (el casco de la nave y los cristales de las ventanas son suficientes para frenarlos). Para ello no se necesita estar recubierto de varios metros de metal pesado. El plomo sirve para frenar la radiación proveniente de partículas cargadas (el caso de los cinturones de Van Allen), pero no es el método ideal para hacerlo. Por ejemplo, actualmente se usa una fina capa de polietileno en las naves espaciales para realizar esta tarea.

Otro dato a tener en cuenta es que la trayectoria seguida por las naves Apolo no atravesaba la peor zona de los cinturones en ningún momento. Esto se debía a que, para alcanzar la Luna, la órbita debía estar inclinada en torno a 30° respecto del Ecuador terrestre (la inclinación exacta variaba para cada misión), por lo que la nave sólo pasaba por la parte superior de los cinturones (que, como se puede observar en la imagen, sólo están presentes unos 40° por encima y por debajo del Ecuador).

Esto minimizaba aún más si cabe la dosis recibida en la nave.

En la tabla adjunta podemos ver los niveles de radiación recibidos por la tripulación de cada misión, expresados en rads (como ya

hemos dicho, la unidad antiguamente utilizada para cuantificar las dosis recibidas en la piel de cada persona). Estos datos procedían de los dosímetros para medir la radiación absorbida que todos los astronautas llevaban en su cuerpo durante el vuelo. Además de ello, la nave llevaba sensores en el interior y en el exterior para medir la radiación.

Como se puede ver, la dosis de radiación recibida por los astronautas durante cada vuelo no es muy severa. La exposición más alta es la del Apolo 14, cuya dosis es equivalente, para un viaje de ida y vuelta a la Luna, a aproximadamente 28,5 mSv (2,85 rem). Los estándares de seguridad actuales establecen un límite de dosis efectiva para el público de 1 mSv (0,1 rem) al año; mientras que para los trabajadores profesionalmente expuestos, el límite de dosis efectiva es de 100 mSv (10 rem)

acumulados durante un período de 5 años consecutivos (un promedio de 20 mSv al año, o bien 2 rem al año) con una dosis efectiva máxima de 50 mSv (5 rem) en cualquier año oficial. Por otro lado, el límite de dosis en la piel para los trabajadores profesionalmente expuestos es de 500 mSv (50 rem) al año, ponderados sobre cualquier superficie de un centímetro cuadrado. La dosis letal 50/60 (aquella dosis que mata al 50% de la población expuesta al

cabo de 60 días de la exposición) suele estar entre 3 y 5 Sv (de 300 a 500 rem). La muerte a corto plazo debido a la radiación no se debe a cánceres, que son efectos a largo plazo (años) o a alteraciones genéticas (que se transmiten a la des-

**Niveles de radiación media de las misiones Apolo**

Nº de misión	Dosis recibida en la piel (en rads)
7	0.16
8	0.16
9	0.20
10	0.48
11	0.18
12	0.58
13	0.24
14	1.14
15	0.30
16	0.51
17	0.55

Bailey, J. Vernon, "Radiation Protection and Instrumentation", en *Biomedical Results of Apollo* (<http://history.nasa.gov/SP-368/sp368.htm>) Johnson Space Center.

pendencia) sino a fallos orgánicos o sistémicos debidos a muerte celular y otros fenómenos<sup>3</sup>.

Por último, es imposible dejar de mencionar que el propio James Van Allen ha comentado que la idea de que la radiación de los cinturones que llevan su nombre fuera mortal para los astronautas de los vuelos lunares Apolo es un ejemplo más de las tonterías de aquellos que niegan la llegada del ser humano a la Luna.

**Cada misión a la Luna duraba poco más de diez días, y las posibilidades de coincidir en ese tiempo con una erupción de este tipo eran muy remotas**

**ARGUMENTO TERCERO**

*La propia NASA afirma que una gran erupción solar, acompañada de fuerte emisión de radiación, es el mayor peligro para la salud que afrontarán los astronautas a la hora de viajar a Marte. ¿Por qué no fue también un grave peligro en las misiones a la Luna?*

**RESPUESTA**

Cada misión a la Luna duraba poco más de diez días, y las posibilidades de coincidir en ese tiempo con una erupción de este tipo eran muy remotas. Sin embargo, una misión tripulada a Marte podría durar varios años, por lo que tiene pocas posibilidades de evitarlo. Los astronautas conocían la pequeña posibilidad de este riesgo y lo asumían antes de realizar su misión. Para minimizar en lo posible el riesgo de coincidencia con un gran evento solar, los expertos analizaban constantemente el estado del Sol y su superficie, antes

del lanzamiento y durante cada vuelo, dado que la actividad solar es hasta cierto punto predecible.

**ARGUMENTO CUARTO**

*Es imposible que el vehículo lunar, con el que supuestamente paseaban los astronautas por la Luna, cupiese en el pequeño módulo lunar.*

**RESPUESTA**

Éste es un argumento muy fácil de rebatir, sobre todo teniendo en cuenta que cualquiera puede ver, en el archivo digital de la NASA dedicado a las misiones Apolo (<http://www.hq.nasa.gov/alsj/>), cómo los astronautas descargaban

el vehículo lunar de uno de los laterales del módulo. Efectivamente, el rover no cabía entero en el módulo lunar, pero sí plegado. El armazón del vehículo eléctrico, incluyendo las ruedas, los asientos plegables y los instrumentos principales, estaba almacenado en uno de los lados del módulo, y los astronautas lo soltaban fácilmente mediante poleas. Una vez en el suelo, sólo restaba añadirle otros instrumentos, alojados a su vez en otra zona del módulo lunar.

**ARGUMENTO QUINTO**

*El ordenador del módulo lunar no era mucho más rápido que el procesador de una calculadora de bolsillo actual, ¿cómo es posible que consiguiera hacer aterrizar una nave en la Luna, cuando ni siquiera un ordenador personal de gama baja puede ejecutar rápidamente un simulador de vuelo lunar?*

**RESPUESTA**

En realidad, la mayor parte de la capacidad de procesamiento necesaria para ejecutar un simulador de vuelo lunar se emplea en calcular las texturas y gráficos de la superficie lunar y de la nave, no los datos del vuelo en sí. Afortunadamente, el ordenador del módulo lunar sólo tenía que guiar de forma precisa el módulo, no calcular y mostrar texturas. Aunque era lento, se trataba de tecnología punta para la época y fue uno de los primeros en utilizar circuitos integrados; disponía de un sistema operativo muy robusto, capaz de ejecutar las tareas imprescindibles para el éxito del

vuelo incluso aunque sucedieran fallos secundarios<sup>4</sup>.

**ARGUMENTO SEXTO**

*Las imágenes muestran claramente que no hay polvo lunar sobre las patas del módulo. ¿Cómo puede ser?*

**Existe la idea de que durante la operación de alunizaje se formaban grandes nubes de polvo alrededor del módulo, lo que es completamente incierto**

**RESPUESTA**

Este argumento parte de la idea de que durante la operación de alunizaje se formaban

grandes nubes de polvo alrededor del módulo, lo que es completamente incierto. Debido a la ausencia de atmósfera en la Luna, no se formaba ninguna polvareda, sino que las finas partículas eyectadas por los gases del módulo seguían

una trayectoria perfectamente parabólica durante unos segundos hasta caer unos metros más allá. El motor del módulo lo empujaba al polvo lunar circundante hacia los lados. No puede mantenerse flotando ni volver hacia atrás, como ocurriría en un ambiente con aire, sino sólo ser expulsado hacia afuera. Recordemos que el único motivo por el que existen nubes de polvo en la Tierra es porque el aire existente las transporta, contrarrestando momentáneamente la acción de la gravedad.

**ARGUMENTO SÉPTIMO**

*¿Por qué el polvo lunar levantado*

*no permanece flotando más tiempo que aquí en la Tierra? Con toda seguridad, la menor gravedad de la Luna hará que flote durante mucho más tiempo.*

**RESPUESTA**

Como ya hemos argumentado, las partículas de polvo no se comportan en el vacío de la misma manera que en la Tierra. En la Luna, debido a la ausencia de atmósfera, todos los objetos, independientemente de su masa, caen con la misma aceleración, como se encargó de demostrar el astronauta Dave Scott durante el tercer paseo lunar de la misión Apolo 15 al dejar caer al mismo tiempo una pluma (llevada *ex profeso*) y un martillo de geólogo. La única razón por la que, en la Tierra, una pluma se retrasaría con respecto al martillo es la resistencia del aire,

**A pesar de que la gravedad lunar es seis veces menor que la terrestre, las partículas de polvo caen más rápidamente que en la Tierra, debido a que el efecto de falta de aire es considerablemente más importante que la menor gravedad**

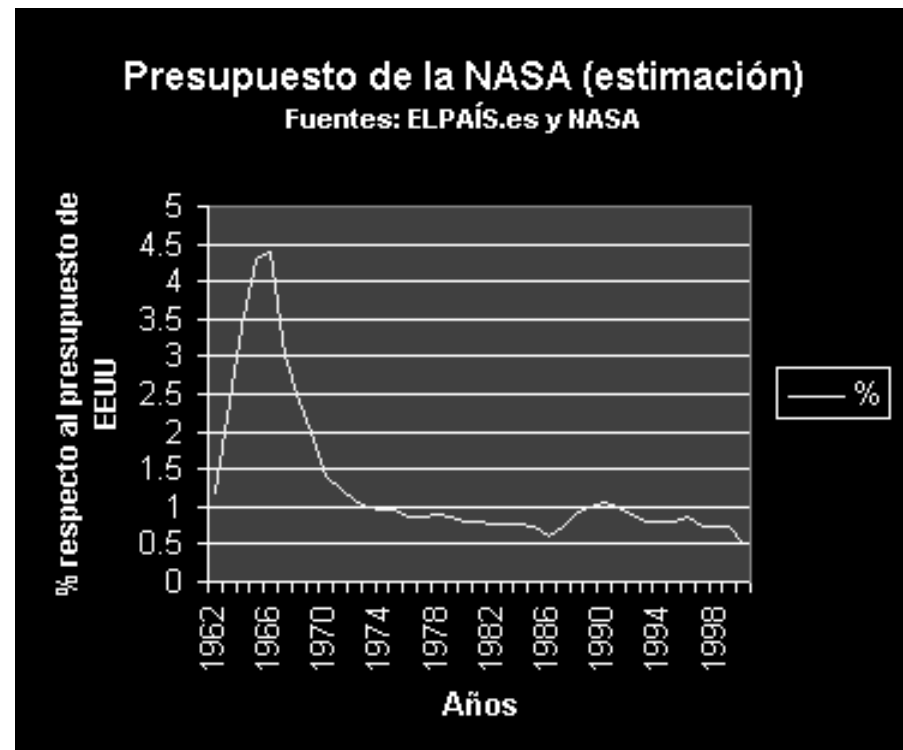
que afecta especialmente a los objetos ligeros y pequeños. Por ello, y a pesar de que la gravedad lunar es seis veces menor, las partículas de polvo caen más rápidamente que en la Tierra, debido a que el efecto de falta de aire es considerablemente más importante que la menor gravedad.

**ARGUMENTO OCTAVO**

*Las imágenes son todas perfectas, ninguna está cortada o borrosa. Por lo tanto, fueron preparadas en un estudio.*

**RESPUESTA**

Nada más lejos de la realidad. A pesar de que los astronautas prac-



Comparación entre el presupuesto de la NASA y el de los EE.UU.  
(Fuente: elaboración del autor a partir de datos publicados en el diario *El País* y en el libro electrónico *Apollo by the Numbers: A Statistical Reference*)

ticaron durante muchos meses para sacar buenas fotografías y vídeos, una parte de las más de 20.000 fotografías de las misiones Apolo (disponibles íntegramente en Internet) tiene defectos, ya sean de encuadre, nitidez o 'sobreexposición'. Esto se debe, como es lógico, a las enormes dificultades que comportaba el hecho de trabajar con un traje espacial presurizado. Lo que pasa es que estas imágenes "defectuosas" no se muestran en las revistas, periódicos o reportajes sobre las misiones Apolo, que utilizan las imágenes más conocidas.

#### ARGUMENTO NOVENO

*Si el programa Apolo tuvo tanto éxito, ¿por qué no han vuelto a la Luna desde entonces?*

#### RESPUESTA

Porque se terminó la voluntad política de seguir financiando esos costosos viajes. Una vez alcanza-

dos los objetivos principales del proyecto (superar a la Unión Soviética en la carrera espacial, obtener abundante material lunar para investigación, etc.), la clase política no creía justificada la inversión en nuevos viajes lunares tripulados, por lo que realizaron recortes presupuestarios. Durante la primera mitad de la década de 1960, el presupuesto de la NASA alcanzó su máximo (con motivo del desarrollo del cohete Saturno y la nave Apolo). Sin embargo, a principios de la década de 1970 sufrió un considerable descenso que, de hecho, obligó a la NASA a suspender las misiones lunares Apolo 18, 19 y 20.

A pesar de ello, los vuelos espaciales continuaron: el programa Apolo fue seguido por el menos costoso (pero no menos ambicioso) laboratorio espacial Skylab, en órbita terrestre, y la misión conjunta soviético-estadounidense

ASTP. Las dificultades económicas continuaron, y la NASA se vio obligada a dejar en tierra la estación Skylab B, por falta de dinero para el lanzamiento y el posterior mantenimiento de las tripulaciones en órbita terrestre. Desde entonces, dedicó la mayor parte de su relativamente mermado presupuesto al desarrollo de una nave reutilizable, el transbordador espacial, que voló por primera vez en 1981.

Es necesario tener en cuenta que, desde el alunizaje del Apolo 11 en julio de 1969, el interés de la opinión pública norteamericana en los viajes a la Luna había decaído en gran medida. Aunque pueda parecer sorprendente, la última misión (Apolo 17), sin duda la más próspera desde el punto de vista científico, casi no recibió atención mediática en comparación con el primer alunizaje.

No tendría sentido repetir de nuevo las misiones Apolo como tales, ya que parte de las tareas que realizaron los astronautas en aquella época pueden ser actualmente realizadas por sondas automáticas de menor coste, y el próximo objetivo en la conquista de la Luna es una presencia humana permanente, y no de varios días, como era el caso del programa Apolo.

#### ARGUMENTO DÉCIMO

*¿Por qué no se facilitan imágenes de telescopios que comprueben definitivamente que los alunizajes fueron reales?*

#### RESPUESTA

Ni siquiera el telescopio espacial Hubble (el mejor en luz visible situado en órbita terrestre) puede observar los instrumentos dejados en la superficie de la Luna por los

astronautas. Para demostrar esto se necesita aplicar un poco de trigonometría básica.

El ancho del módulo de descenso del LM (que permanecía en la superficie lunar tras el despegue de regreso) no supera los 10 metros, y la distancia mínima entre la Tierra y la Luna es de unos 356.000 kilómetros. Por tanto, el ángulo visual,  $\theta$ , que abarca el módulo de descenso, visto desde órbita terrestre, es igual a  $\tan\theta = 10m / 3'56 \times 10^8m$ , por lo que  $\theta = 1'61 \times 10^{-6}$  grados.

Es decir, unas 6 millonésimas de segundos de arco (un segundo de arco es la sexagésima parte de un minuto, que a su vez es la sexagésima parte de un grado). La cámara WFPC2 instalada en el *Hubble* tiene una resolución de 800 x 800 píxeles con un campo de visión de 35 segundos de arco. Cada uno de los píxeles tiene un ángulo visual mínimo de unas 46 millonésimas de segundos de arco. Es decir, la parte inferior del módulo lunar debería ser al menos diez veces más grande para quedar reflejada en una imagen del telescopio *Hubble* como un simple puntito.

#### ¿EXISTEN PRUEBAS DE LA VERACIDAD DE LAS MISIONES LUNARES?

##### ROCAS LUNARES

Los astronautas trajeron de vuelta unos 382 kilogramos de rocas lunares y muestras de la superficie y del subsuelo. El origen lunar de esas rocas, en su mayoría basaltos y anortositas, está fuera de toda duda, ya que han sido analizadas

por geólogos de sesenta instituciones científicas de todo el mundo. Las características únicas de estas rocas son fascinantes, y no pueden ser reproducidas artificialmente en la Tierra, al haber sido sometidas durante miles de millones de años al bombardeo constante de micrometeoritos, la falta de atmósfera y el viento solar, lo que les confiere una composición y estructura extraordinarias.

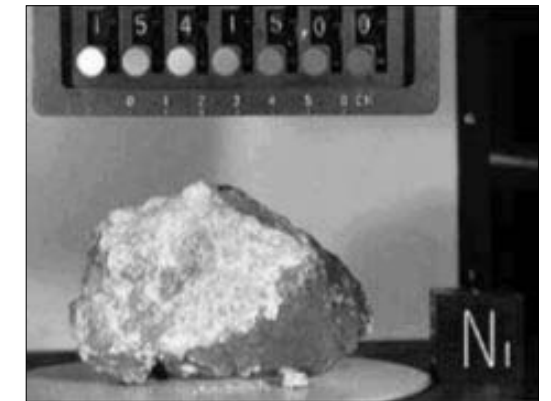
Una recolección de rocas sistemática difícilmente pudo haber sido realizada por sondas no tripuladas, ya que pertenecen a seis lugares de la Luna distintos, y su verdadera recogida fue documentada por los astronautas. De hecho, las únicas misiones sin tripulación que han conseguido realizar esta tarea han sido las sondas soviéticas Luna 16, 20 y 24 (en 1970, 1972 y 1976, respectivamente). Entre las tres naves automáticas sólo consiguieron

la exigua cantidad de 300 gramos de polvo lunar, que fueron a parar a la URSS<sup>5</sup>.

##### SEGUIMIENTO TELESCÓPICO DE LAS MISIONES APOLO

Observar satélites a simple vista o mediante telescopios es un entretenimiento cada vez más popular entre los aficionados a la astronomía, pero ya lo era en los años sesenta. Los viajes a la Luna eran, obviamente, un evento público, y por tanto era posible observar cada nave Apolo en su trayectoria de ida y vuelta a la Luna. Dado que la órbita de cada nave espacial y su trayectoria a lo largo del cielo eran

conocidas (fueron publicadas en la prensa de la época), existe una gran cantidad de pruebas fotográficas procedentes de observadores independientes, que documenta de forma inequívoca el recorrido de cada viaje lunar<sup>6</sup>.



Roca lunar (NASA)

#### ESPEJOS-LÁSER

Los astronautas de diferentes vuelos a la Luna (en concreto, las misiones Apolo 11, 14 y 15) instalaron en cada lugar de alunizaje un experimento llamado *Laser Ranging Retroreflector (LRRR)*, que consistía en espejos especiales que han permitido, dirigiendo desde observatorios en la Tierra un potente rayo láser que rebote en ellos, establecer con extraordinaria precisión la distancia entre la Tierra y la Luna en cada momento (midiendo el tiempo que tarda el haz de láser en regresar). Varias instituciones independientes de la NASA, como el *McDonald Observatory Laser Ranging Station* (cerca de Fort Davis, Texas, EEUU) y el observatorio de *Cote d'Azur* (cerca de Grasse, Francia), realizan esta actividad de forma periódica. También han participado, en un momento o en otro, observatorios de Hawai (EEUU), California (EEUU), Australia y Alemania. Gracias a este experimento, actualmente sabemos que la Luna se aleja aproximadamente una media de cuatro centímetros



cada año de la Tierra. También nos permite conocer con gran exactitud la masa y la órbita de la Luna, así como las variaciones en su rotación.

**RESTOS EN ÓRBITA Y EN LA SUPERFICIE LUNAR**

Algunas de las etapas del cohete Saturno V utilizado en las misiones Apolo siguen en órbita, y han sido observadas y fotografiadas por diversos observatorios y astrónomos aficionados. Por ejemplo, la etapa S-IVB, de 18 metros de largo, del Apolo 12, lanzado el 14 de noviembre de 1969, fue colocada tras su uso en una órbita heliocéntrica pero, tras 33 años, su órbita volvió a coincidir con la de la Tierra, y quedó de nuevo atrapada en una órbita errática en torno a nuestro planeta. Los astrónomos la localizaron en septiembre de 2002, bautizándola provisionalmente como J002E3.

Las primeras sospechas, dadas sus características de brillo y su órbita, indicaban que se trataba de un resto de cohete o nave espacial. Esto último fue confirmado días más tarde mediante el análisis de la luz que reflejaba, para determinar su composición química. Se descubrió que sus propiedades espectrales correspondían con las de un objeto recubierto con pintura de óxido de titanio, la misma que se utilizaba en las etapas superiores de los cohetes de las misiones Apolo.

Por otra parte, los lugares de alunizaje de las misiones Apolo están perfectamente documentados, y

allí permanecen la parte inferior de los módulos lunares, los vehículos lunares y los diversos experimentos e instrumentos utilizados por los doce primeros astronautas que exploraron la Luna. Varias etapas S-IVB de los cohetes y la parte superior de los módulos lunares fueron deliberadamente dirigidas hacia la Luna tras su uso; sus puntos de impacto sobre la superficie lunar también son conocidos.

**VIGILANCIA DE LOS PAÍSES COMUNISTAS (E INCLUSO NO COMUNISTAS)**

La Unión Soviética, China, Alemania Oriental (enemigos de Estados Unidos por entonces) y el Reino Unido siguieron mediante sus radiotelescopios el desarrollo de las misiones Apolo, y en ningún momento denunciaron anomalía alguna. Aunque indirecto, es sin duda un indicio bastante convincente, dada la enorme rivalidad existente en la época de la guerra fría, y el deseo de los soviéticos de llegar a la Luna antes que los norteamericanos.

**RADIOAFICIONADOS**

Muchos radioaficionados pudieron seguir en directo las conversaciones entre los astronautas y el control de la misión, mediante su propio aparato. Para ello, debían apuntar su antena (que debía tener, al menos, tres metros de diámetro) de forma exacta al lugar del cielo en el que se encontraba la nave espacial, que emitía en una frecuencia cercana a los 2.270 Mhz (banda S de UHF)<sup>7</sup>.

**Las conversaciones entre los astronautas y el centro de control fueron seguidas en directo por muchos radioaficionados mediante sus propios equipos**

**EXHAUSTIVA DOCUMENTACIÓN DE LOS PASEOS LUNARES**

Las actividades realizadas por los astronautas durante las exploraciones lunares están documentadas en la página del *Apollo Lunar Surface Journal* (ALSJ) (<http://www.hq.nasa.gov/alsj>). En ella está disponible la colección entera de vídeos grabados en la superficie, que cubren por completo los paseos lunares, y los diálogos completos mantenidos entre los astronautas y la NASA durante los diferentes vuelos lunares. También es posible consultar en la página del ALSJ las más de 20.000 fotografías realizadas por los astronautas de las once misiones tripuladas del programa Apolo durante sus vuelos<sup>8</sup>; la mayor parte de ellas fueron tomadas en la superficie de la Luna. Esta

**La Unión Soviética siguió el desarrollo de las misiones Apolo, y en ningún momento denunció anomalía alguna**

página también incluye una completa descripción científica del entorno de cada lugar de alunizaje, incluyendo la reseña de los elementos geológicos (rocas, cráteres, montañas, etc.) hallados por los astronautas durante sus excursiones por la superficie. Además de lo anteriormente mencionado, la página del ALSJ dispone de mucha más información sobre los vuelos lunares Apolo, accesible de forma gratuita.

**EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS REALIZADOS**

Durante las misiones Apolo, los astronautas realizaron decenas de experimentos, tanto en la nave como en la superficie lunar, que nos han permitido obtener una visión mucho más completa de la Luna y nuestro entorno espacial. Las estaciones científicas colocadas por los astronautas en cada



Archivo Digital NASA

lugar de alunizaje, llamadas ALSEP (acrónimo de *Apollo Lunar Surface Experiments Package*), compuestas por sismómetros, gravímetros y otros aparatos, siguieron enviando datos hasta 1977, cuando se decidió apagarlas debido a recortes en el presupuesto. La información y los datos obtenidos gracias al programa Apolo fueron de utilidad para el avance de las ciencias planetarias.

**Alberto Matallanos**

**NOTAS**

1. Véase, por ejemplo, el trabajo de Jesús Cancillo en el nº 16 de la revista *El Escéptico*.
2. Ferrán Tarrasa Blanes, ingeniero industrial y doctor en ingeniería nuclear, tuvo la amabilidad de revisar este artículo, y en especial la argu-

- mentación sobre la radiación de los cinturones de Van Allen. Aun así, cualquier error que pudiera quedar es responsabilidad mía. Quisiera, además, agradecer a Jim Scotti, astrónomo y científico del Laboratorio Lunar y Planetario de la Universidad de Arizona, su ayuda inicial para dar forma a este texto, y a ARP-SAPC su apoyo a la hora de publicarlo.
3. Para profundizar más acerca de los estándares de seguridad sobre radiación en España se puede consultar el Real Decreto 783/2001, que establece el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes: <http://www.mtas.es/insht/legislation/RD/radiaciones.htm>.
  4. La historia del desarrollo de la electrónica en la década de 1960 y la construcción de los ordenadores que volaron a bordo de las naves Apolo está documentada en el libro *Journey to the Moon: The History of the Apollo Guidance Computer*, de Eldon C. Hall (*American Institute of Aeronautics*

- and Astronautics*. Reston, 1996).
5. Para más información, es recomendable leer el texto *How Do We Know That It's a Rock From the Moon?*, disponible en <http://epsc.wustl.edu/admin/resources/moon/howdoweknow.html>.
  6. En su página *Telescopic Tracking of the Apollo Lunar Missions* (<http://www.astr.ua.edu/keell/space/apollo.html>), Bill Keel ha recopilado una buena cantidad de imágenes tomadas por observatorios y aficionados durante los viajes de las misiones lunares.
  7. Como ejemplo, se puede leer el relato del radioaficionado Sven Grahn sobre su seguimiento del Apolo 17, mediante este método, en 1972 (<http://www.svengrahn.pp.se/tracking/Apollo17/APOLLO17.htm>).
  8. Ver también el Archivo Apolo (*Apollo Archive* —<http://www.apolloarchive.com>—) o el *Apollo Image Atlas* (<http://www.lpi.usra.edu/research/apollo/index.html>).