

# fosc

BULLETÍ DIVULGATIU DE LA SOCIETAT ASTRONÒMICA DE CASTELLÓ

Programa Apollo: desembarco en la Luna.

El Sol: "Observación solar por el aficionado." (6º Parte)

## Sumario

3	Editorial
4	Actividades de la SAC • Otoño-Invierno 2010-2011
9	Velocidad de escape
10	El Sol: "Observación solar por el aficionado." (6ª Parte)
14	Fotogalería
18	Programa Apollo: desembarco en la Luna.
26	Palabras a medianoche
27	Boletín de inscripción

Gracias a todos los que escribís en este boletín. Con vuestra colaboración y la de nuestros anunciantes se hace posible.

Colaboradores en este número:

Carles Labordena, Eduardo Soldevila, Ernesto Sanahuja, José Luís Mezquita, José M<sup>a</sup> Sebastià.

### Junta Directiva

Presidente: Eduardo Soldevila  
Vicepresidente: Carles Labordena  
Secretario: Jose M<sup>a</sup> Sebastià  
Tesorera: M<sup>a</sup> Lidón Fortanet  
Relaciones públicas: Miguel Pérez  
Vocal: Pedro Macián  
Vocal: Manolo Sirvent  
Vocal: José Luis Mezquita  
Vocal: Santi Arrufat

Dirección Postal: Apartado 410 - 12080 Castelló

Correo-e: [info@sacastello.org](mailto:info@sacastello.org)  
Web: [www.sacastello.org](http://www.sacastello.org)

Sede Social: Antiguo Cuartel Tetuan 14,  
Edificio de Asociaciones, 1er piso

Cuota Anual: 30 € (hasta 16 años: 24 €)

Depósito Legal: 164-95  
Tirada: 150 ejemplares

La SAC agradecerá el intercambio de boletines con cualquier asociación astronómica.

La SAC no se hace responsable ni se identifica necesariamente con las opiniones de los artículos firmados por sus autores.

### En portada...

• M-16. La nebulosa del águila

Telescopio Meade LX200 de 254mm a f:6,3  
guiado con Star Shoot autoguider en un refractor  
de 102 mm a f:5

4 fotografías de 300 seg a ISO 800 + 1 dark  
tomadas con una Canon EOS 350D modificada.

Apiladas con DSS y procesadas con Pixing

Fotos tomadas desde La Renegá (Oropesa)  
el 16-7-2010 por Jose María Sebastià.



DIPUTACIÓ  
D E  
CASTELLÓ

De mudanza. Así nos ha pillado la entrada de la primavera a los miembros de la SAC.

Un cambio de aires auspiciado por la concejalía de cultura del Ayuntamiento de Castellón, que nos ha reubicado en el antiguo cuartel Tetuán-14, ahora reconvertido en sede de asociaciones de diversa índole.

La mudanza ha servido para materializar la propuesta de compra de un nuevo telescopio solar, aprovechando el potencial que para este tipo de observaciones tiene el amplio patio del que disponemos a partir de ahora.

Sirva esta reseña como llamada a la participación de los socios, con o sin cámara de fotos, para disfrutar de la astronomía a unas horas perfectamente conciliables con la vida familiar.

Tenemos, como complemento a las observaciones solares, una propuesta de trabajo en el campo de la radioastronomía, que ya está dando resultados más que aceptables, al obtener grabaciones sonoras de la actividad electromagnética del sol. Quienes tengáis curiosidad por este campo de trabajo, podéis seguir en nuestro foro los logros de Jordi González en el apartado "Observación en la práctica" donde ya hay varios hilos abiertos sobre este tema.

Seguimos hablando de "cuestiones internas":

Este año la SAC colabora con el CEFIRE en la organización de las XIX Jornadas de Astronomía del Planetario de Castellón, además de contar con la participación, como ponente, de nuestro compañero Germán Peris.

Espero que la participación de este año se convierta en habitual, y la presencia de la SAC en la planificación de las Jornadas sea todo lo habitual que siempre debería haber sido.

Participamos también, como "invitados" en el proyecto "Teleastronomía" del IAC. Una de las ponencias de las Jornadas versa precisamente sobre este proyecto. En la medida que perfilamos el lugar y los medios empleados, iremos informando a través de la sección de actividades de nuestra Web y del foro.

Un abrazo.

**Eduardo Soldevila Romero**

Presidente de la "Societat Astronòmica de Castelló"

# Actividades de la SAC Otoño-Invierno 2010-2011

Durante estos últimos meses se ha mantenido una intensa actividad en la SAC; caracterizada por diversas salidas de observación de suerte diversa y traslados de sede.

A primeros de octubre pasado, a pesar de suspenderse la salida oficial por razones meteorológicas, dos socios hicieron una salida de prospección de cielos en Torás, al sur de la provincia de Castellón, hacia el interior cerca de Teruel. Las nubes impidieron la mayor parte del tiempo analizar en detalle aquel cielo pero los pocos momentos que se medio despejó ofrecieron una baja contaminación lumínica, excepto hacia el sudoeste. A finales de mes se realizó una observación pública en Sagunto para la semana cultural.

El mes siguiente, coincidiendo con la luna nueva, pudimos disfrutar de una de las salidas de observación mas concurridas de los últimos tiempos. Acudimos a La Llacua (Morella). Nos juntamos hasta 14 coches, unas 20 personas. Fueron unas horas muy animadas, en las que tuvimos gran variedad de instrumentos con algún telescopio de respetable tamaño. Tuvo su anécdota al encontrarnos que el lugar previsto era impracticable por unas obras recientes y teniendo que buscar un nuevo lugar de observación una gran caravana de vehículos luchando contra el reloj pues se estaba haciendo de noche. Finalmente encontramos una explanada aceptable, con el inconveniente de que pasaban mas coches de los que podíamos imaginar en un lugar tan apartado. El cielo acompañó la primera parte de la noche, con una calidad del cielo excelente, después se estropeó. A los pocos días, nuestro presidente, Eduardo Soldevila, pronunció una amena conferencia en el Centro Social San Isidro con el título de "El Cielo, un paisaje por descubrir" que estuvo bastante concurrida.



SALIDA A "LA LLACUA" (MORELLA)



En diciembre tuvimos que volver a suspender la salida oficial debido al mal tiempo, pero al menos pudimos disfrutar de la tradicional cena de hermandad.

El año lo inauguramos con una salida de observación de madrugada, para ver el eclipse parcial de sol al amanecer. A pesar de ser un día laborable todavía participaron algunos socios, y otros lo hicieron desde sus respectivos lugares de trabajo.

<< FOTO ECLIPSE DE SOL

Pocos días después, nuevamente tuvimos que suspender la salida de enero por el mal tiempo, en cambio, en febrero tuvimos mas suerte y se pudo realizar la salida al Pla de Sabater, aunque sólo se animaron 4 socios. Estuvo muy bien la noche y el frío fue mas que soportable.

Ese mismo mes celebramos la asamblea anual de socios en los locales del Centro Social San Isidro, con una notable y participativa asistencia de socios.

Ya en marzo, Miguel Pérez celebra una charla sobre el sistema solar en el Colegio público CRA Benavites en Quart. La salida de observación prevista para ese mes sufrió el maleficio que hemos padecido últimamente con la meteorología y tampoco se pudo realizar.

En el momento de recibir este número habremos participado en las Jornadas de Astronomía del Planetario de Castellón, con una conferencia por parte de uno de nuestros socios y el montaje de una observación solar por la SAC. Para los próximos meses está previsto que podamos volver a utilizar, con restricciones en las fechas, el albergue rural Mas de Falcó en Castellfort gracias a las gestiones de Eduardo Soldevila, Pedro Macián y Miguel Pérez fundamentalmente.

De todas formas, la actividad de la SAC ha venido marcada en los últimos tiempos por la necesidad de cambiar de sede social. Como ya se comentó en la asamblea de socios, el Ayuntamiento de Castellón nos informó de que debíamos abandonar la antigua sede de la calle Mayor con el fin de destinarla a nuevos usos por parte de dicho organismo. A cambio nos ofreció ocupar otra dependencia municipal. De las disponibles, la que mas se ajustaba a nuestras necesidades era un local en el antiguo cuartel Tetuan 14, conocido por algunos de los socios veteranos al ser el lugar donde cumplieron el extinto servicio militar obligatorio.



FOTO DEL PATIO EXTERIOR DE LA NUEVA SEDE

Se trata de un edificio actualmente dedicado a albergar diversas asociaciones sociales. Está situado en un primer piso con fácil acceso a dos patios desde donde se pueden realizar observaciones tanto diurnas como nocturnas. Se accede por una puerta lateral situada a la derecha de la puerta de la policía municipal, que está abierta las 24h del día.

A principios de marzo, en un tiempo récord, completamos el traslado de la sede. Esto fue posible gracias a los voluntarios que participaron en el trasiego de libros, revistas y diverso material. Se utilizó exclusivamente los medios propios de los socios, ahorrando gastos a la SAC.

Con el fin de aprovechar mejor las nuevas instalaciones, se decidió en la misma asamblea de socios adquirir diverso material de observación. El primer instrumento adquirido ha sido un telescopio solar con filtro H-alfa de 60mm de la casa LUNT que en los primeros días de utilización ya ha demostrado los excelentes resultados tanto en observación visual como en fotografía.





PRIMERAS OBSERVACIONES CON EL NUEVO TELESCOPIO SOLAR



Por Carles Labordena

# PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Necesitamos tu participación para mantener nuestro boletín.

¡Pasa a la acción!

Si deseas enviarnos tus artículos, preferiblemente por email:

[webmaster@sacastello.org](mailto:webmaster@sacastello.org)

o bien al convencional:

Apdo. de Correos 410  
12080 Castellón

¡ ANÍMATE !



## Los Colores del Universo



**Colores**

ATC, COLORES CERÁMICOS

ATC,  
Colores Cerámicos, s.a.  
Ctra.Vila-real, Km. 55  
12200 Onda (Castellón)  
Tél. 964 60 11 00  
Fax 964 60 05 43  
[colores@atc-colores.com](mailto:colores@atc-colores.com)  
[www.atc-colores.com](http://www.atc-colores.com)

# Velocidad de escape

Por José Luis Mezquita Barberà

Posiblemente ya conocéis el significado de esta frase; aunque no está de más, dar una referencia, explicación y cálculo de la "Velocidad de Escape".

La velocidad de escape, es la velocidad a imprimir a un objeto, sea cual sea su masa, tamaño, o forma para que pueda escapar a la atracción del Planeta, Asteroide, Cometa, etc., en donde se encuentre. Es evidente que se trata de alcanzar esta velocidad en un corto espacio de tiempo, sin que se aporte más energía posteriormente. Todo esto lo podemos analizar desde nuestro Planeta; lancemos un objeto hacia arriba, por ejemplo una piedra, observaremos que se va alejando de la superficie pero frenando hasta que se para y vuelve a caer; esta prueba la repetiremos varias veces, lanzando cada vez con más fuerza, observando lo mismo pero cada vez sube más alto.

El problema trata de calcular la velocidad que hay que imprimir al objeto, que aunque se vaya frenando, siempre le quede la suficiente energía cinética que supere a la atracción terrestre, que por su parte va disminuyendo y así el objeto se aleje para siempre.

Hay que hacer constar que si se dispusiese de un sistema de transporte el cual fuese elevando lentamente al objeto, el resultado sería el mismo pero este sistema está todavía por descubrir.

El cálculo se realiza con un solo impulso desde la superficie Terrestre, prescindiendo de la fricción del Aire de las capas atmosféricas.

Recordando cual es el trabajo a realizar para elevar un objeto a "h" metros de altura, tenemos que:

$$T_h = M \cdot g_0 \cdot h$$

$$T_h = \text{Julios}$$

$$g_0 = \text{Gravedad a 0 metros}$$

$$g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$M = \text{masa en Kg.}$$

Observaremos que a medida que va subiendo el objeto,  $g_0$  irá disminuyendo, por lo que hay que hacer constar que el verdadero trabajo para elevar el objeto a "h" metros, será:

$$T_h = M \cdot g_0 \cdot h \cdot (R / (h+R))$$

Siendo R, el radio de La Tierra en metros. Preparando la ecuación, tenemos:

$$T_h = (M \cdot g_0 \cdot h \cdot R) / (h+R)$$

$$T_h = M \cdot g_0 / (h \cdot R / (h+R))$$

$$T_h = M \cdot g_0 \cdot (R / (h/h + R/h))$$

$$T_h = M \cdot g_0 \cdot (R / (1 + R/h))$$

Para que el objeto se aleje para siempre, h tiene que ser igual a infinito;  $h = \infty$ , lo cual implica que:

$$R/h = 0$$

y por lo tanto:

$$T_\infty = M \cdot g_0 \cdot R$$

La energía cinética es:

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2$$

las energías cinética y potencial son iguales y por tanto tendremos de dicha unión:

$$M \cdot V^2 / 2 = M \cdot g_0 \cdot R$$

Despejando,

$$V^2 = 2 \cdot g_0 \cdot R$$

y finalmente,

$$V = (2 \cdot g_0 \cdot R)^{1/2}$$

Aplicando los valores de  $g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$  y  $R = 6.370.000$  metros, nos resulta que la Velocidad de escape para la Tierra es de 11.180 m/s

La velocidad de escape es para los planetas bastante elevada, no así para los cometas que puede estar entre 10 y 20 m/s, en los cuales las fuerzas que generan las presiones de gas y vapor son iguales que en la Tierra, cuando circulan a la distancia de 1 U.A. del Sol y por consiguiente los chorros generados por el calor en los cometas, lanzan al espacio cantidades importantes de materia, en forma de gas y polvo.

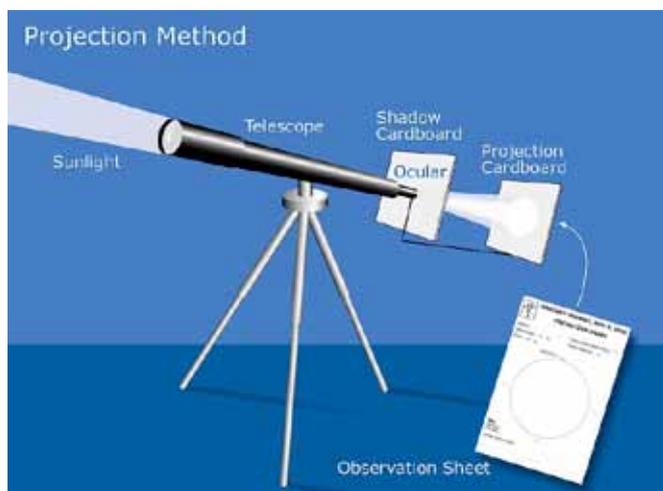
# EL SOL (6ª PARTE)

## "OBSERVACIÓN SOLAR POR EL AFICIONADO"

Por Carles Labordena

### MÉTODOS DE OBSERVACION SOLAR

Para la observación del Sol podemos disponer de varios métodos. El más sencillo consiste en proyectar la imagen del Sol sobre una pantalla. Para ello apuntamos al Sol, con un ocular de bajo aumento y disponemos detrás de él una pantalla blanca. Variamos la distancia de la pantalla y el enfoque con el ocular hasta conseguir una imagen nítida y del tamaño adecuado. Es el sistema más sencillo y sobretodo el más seguro.



Otro sistema muy utilizado es el de colocar un filtro delante del objetivo que nos atenúe la luz solar lo suficiente para poderla contemplar a través del ocular sin peligro para la vista.



Hoy en día casi no se utiliza el prisma de Herschel, un dispositivo que atenúa en gran parte la luz que llegaba al ocular, que necesitaba a su vez de un filtro para disminuir la iluminación a unos niveles no peligrosos para el ojo. En absoluto se debe utilizar los filtros denominados SUN

que todavía se venden con telescopios baratos. Son extremadamente peligrosos pues se colocan en el ocular sin ninguna atenuación de los rayos solares antes de llegar a él, alcanzando temperaturas muy altas que rompen con frecuencia el filtro, con los resultados desastrosos para el ojo que son de imaginar.

El Sol puede registrarse en luz blanca mediante varios dispositivos. Cámaras digitales DSLR, webcams o similares, y por supuesto mediante dibujos esquemáticos.

Finalmente, tenemos otros sistemas que consisten en filtrar la luz solar de modo que únicamente llegue al ocular una pequeña fracción del espectro. Con ello se consigue observar cómodamente el Sol y apreciar detalles que no serían visibles en luz blanca o integral. El más utilizado es el filtro de Hidrógeno-alfa. Otra posibilidad es el filtro que deja pasar únicamente la fracción del Calcio ionizado. Ambos filtros pueden adquirirse en la actualidad a unos precios razonables para el aficionado.



### EL NÚMERO DE WOLF

Hasta mediados del siglo XIX no existía un método estándar que permitiese cuantificar la actividad solar. En aquellos años (1843 y 1851) se produjo el doble anuncio de Schwabe poniendo de manifiesto el ciclo solar y, en 1848, Wolf introdujo el número que lleva su nombre. Con él

no sólo pudo confirmar la existencia del ciclo sino que consiguió reconstruir ciclo anteriores. Aunque Wolf pensaba que el área de las manchas era un mejor indicador de la actividad, al final optó por un simple recuento, mucho más fácil de calcular durante una observación del Sol.

Para utilizar este sistema conviene repasar lo ya comentado en un artículo anterior:

Los poros son pequeños puntos oscuros en los que no puede diferenciarse entre sombra y penumbra. Pueden derivar en una mancha o simplemente desaparecer al cabo de uno o varios días. Se presentan aislados o en grupos. El número de poros que pueden verse depende de la abertura del telescopio así como del aumento utilizado.

Las manchas, sin embargo, son de un mayor tamaño, en ellas se diferencia claramente la sombra y la penumbra. La sombra o umbra es oscura y ocupa la zona central de la mancha, la penumbra en cambio es mucho más difusa y su diámetro es al menos el doble que la sombra. Ni la umbra ni la penumbra tienen un aspecto perfectamente regular. Suelen ser redondeadas, ovaladas o alargadas.

Las manchas salen por el este y se ponen por el oeste, aparecen entre las latitudes 5° y 40° (Norte o Sur). La duración de las manchas pueden variar de unos días a unas semanas. No poseen movimiento propio y su aparente desplazamiento es debido a la rotación del sol y, como ya apuntamos anteriormente, el hecho de no parecer recto es debido exclusivamente al grado de inclinación del sol. Una mancha nunca cruza el ecuador solar, siempre está desviada al norte o al sur.

**Focos:** Se llaman focos tanto a las manchas como a los poros individuales, si dentro de una mancha se distinguen 2 sombras tendremos 2 focos.

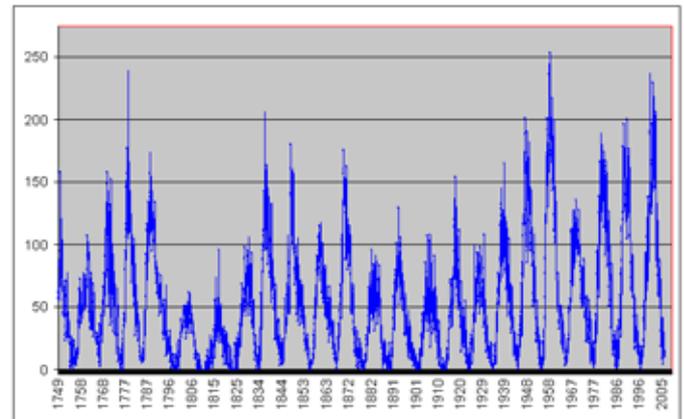
**Grupos de manchas:** Conjunto de manchas y poros, o de poros individuales, próximos entre sí y que evolucionan de forma conjunta.

A pesar de que el método tiene ciertos problemas, su sencillez ha permitido mantenerlo hasta la actualidad y, de hecho, probablemente no existe en Astronomía una serie de datos que abarque tanto tiempo con la homogeneidad del número de Wolf.

Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$R = K (10G + f)$$

Como ya se vio en un artículo anterior de la misma serie, la actividad solar medida mediante el número de Wolf presenta variaciones undecenales aproximadamente, existiendo ciclos más intensos y otros más suaves a lo largo de los años.



donde R es el número de Wolf (también llamado "número relativo de manchas solares"), k es un factor de reducción, g el número de grupos y f el número de manchas o focos.

k sólo se utiliza a efectos estadísticos, para promediar los datos de varios observadores. Un observador, actuando individualmente, puede considerar k =1.

g es el factor que introduce una mayor imprecisión a la hora de determinar el número de Wolf. La razón es la ambigüedad que existe en el concepto de "grupo", principalmente cuando los grupos son

**BANCAIXA**  
*fundació Caixa Castelló*

muy pequeños o cuando hay varios en la misma región activa. Un buen conocimiento de la naturaleza y el comportamiento de las manchas es de gran ayuda. Es frecuente que dos o más grupos aparezcan próximos entre sí y, a veces, la única forma de distinguirlos es observar su evolución. Por eso también es recomendable mantener una continuidad en las observaciones.

El número de manchas,  $f$ , incluye tanto los poros (manchas sin penumbra) como umbras. No existe un criterio estándar pero, en general, los poros de pequeño tamaño no son incluidos en el recuento. Cuando hay varios núcleos dentro de una misma penumbra, cada uno es contabilizado como una mancha. Una mancha aislada es considerada un grupo.

Ejemplos:

- Una mancha:  $R = 10 \cdot 1 + 1 = 11$

Clasificación de Zurich o Waldmeier

A.- Un simple poro o grupo de poros sin configuración bipolar.

B.- Grupo de poros con una configuración bipolar.

C.- Grupo bipolar en el que una de las manchas posee penumbra.

D.- Grupo bipolar cuyas dos manchas principales poseen penumbra. Al menos una de ellas tiene una estructura simple. Generalmente, la longitud del grupo es  $< 10^\circ$ .

E.- Gran grupo bipolar cuyas dos manchas principales poseen penumbra y, generalmente, una estructura compleja. Numerosas manchas más pequeñas se sitúan entre ellas. Longitud  $> 10^\circ$ .

F.- Grupo muy complejo o bipolar de gran tamaño. Longitud  $> 15^\circ$ .

G.- Gran grupo bipolar sin pequeñas manchas entre las principales. Longitud  $> 10^\circ$ .

H.- Mancha unipolar con penumbra. Diámetro  $> 2^\circ,5$ .

I.- Mancha unipolar con penumbra. Diámetro  $< 2^\circ,5$ .

Esta clasificación utiliza dos criterios: el aspecto y el tamaño del grupo, y permite describir tanto su morfología como su grado evolutivo. No obstante, debido a varios factores, la clasificación solo puede ser aproximada. Por una parte, en las definiciones hay ciertas ambigüedades y, además, necesitaríamos medir distancias con bastante precisión. Asimismo, existe una ambigüedad fundamental que afecta a todas nuestras observaciones

del Sol y que se refiere a la noción de "grupo de manchas", especialmente cuando una misma región presenta varios grupos próximos. Tampoco hay que olvidar que estamos intentando incluir en 9 clases diferentes una variedad casi infinita de grupos, y eso significa que cuanto más rigurosos y precisos queramos ser, tantas más excepciones nos vamos a encontrar.

- Un grupo con 8 manchas:  $R = 10 \cdot 1 + 8 = 18$

- Un grupo con 3 manchas, un grupo con 19 manchas y una mancha con 2 umbras:  $R = 10 \cdot 3 + 24 = 54$

A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
J			

Clasificación de Mc.Intosh

Esta clasificación es una extensión del sistema de Waldmeier y se viene usando desde 1990. Utiliza un código de 3 letras:

1ª letra.- Es la misma que en la clasificación de Waldmeier con dos excepciones: se suprimen la G y la I. Los grupos G pasan a clasificarse como C, D o E, mientras que la H abarca los grupos unipolares con penumbra, independientemente de su tamaño.

2ª letra.- Describe el aspecto y tamaño de la principal mancha del grupo.

3ª letra.- Describe la distribución de las manchas dentro del grupo.

La clasificación de Mc Intosh permite describir la morfología de un grupo de manera más precisa que el sistema de Waldmeier, pero, al eliminar las clases G e I, no tiene el carácter evolutivo de aquél.

En la actualidad, es el SIDC , (Sunspot Index Data Center o Centro de Datos del Índice de Manchas del Sol), cuya ubicación se encuentra en el Real Observatorio de Bélgica en Bruselas, quien se encarga de la coordinación mundial del número relativo.

El SIDC se fundó en 1981 para continuar el trabajo del Observatorio de Zürich, cuando esta institución decidió no computar ni publicar más el número de manchas solares. Por lo tanto, se llegó a un acuerdo entre el ETH de Zürich, el Specola Solare Ticinese de Locarno y el SIDC. Tras este acuerdo, el SIDC, bajo la dirección de A. Koeckelenbergh, comenzaba en enero de 1981 la confección de un índice de manchas solares llamado Número Internacional de Manchas Solares, Ri. La continuidad y coherencia de este nuevo índice con el anterior Rz, se garantizaba con el uso de Locarno (una de las tres estaciones principales de la red de Zürich, junto con la propia Zurich y Arosa) como estación de referencia (asignándole una  $k = 0.6$ ).

Actualmente el director es Pierre Cugnon. Aunque no hay un número fijo y constante mes a mes de estaciones colaboradoras, suelen oscilar entre 30 y 40 de las que alrededor del 60-65% son amateurs. En España colaboran actualmente cuatro: el Observatorio del Ebro (Juan J. Curto), Javier Ruíz (A. A. Cantabria), Jorge Luis del Rosario (Tenerife) y Salvador Lahuerta (Valencia).

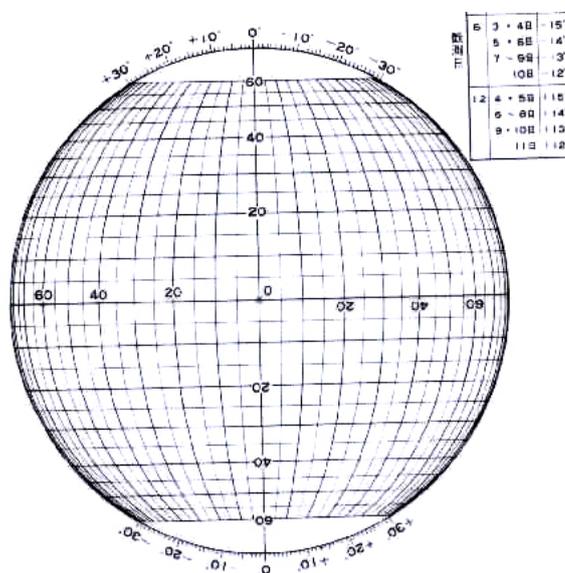
Además hay muchas otras instituciones que elaboran su propia estadística: muchas agrupaciones astronómicas, NOAA, la sección solar de la AAVSO ...así como muchos aficionados a título individual.

Hoy en día las manchas siguen siendo muy observadas pero sin levantar ya la polémica de antaño. Algo más en lo que la ciencia va mejorando...pero aún quedan mucho por hacer...

Además se pueden localizar los detalles observados, manchas solares, fulguraciones,... sobre una plantilla. Hacen falta varios modelos de plantillas según la inclinación del eje de rotación del Sol, que depende de la época del año. En la imagen se puede apreciar una plantilla para una inclinación de  $0^\circ$  respecto a la Tierra.

En la siguiente dirección se pueden obtener plantillas mensuales (varía la inclinación del Sol según la posición de la Tierra):

[ftp://howard.astro.ucla.edu/pub/obs/stonyhurst\\_disks/](ftp://howard.astro.ucla.edu/pub/obs/stonyhurst_disks/)

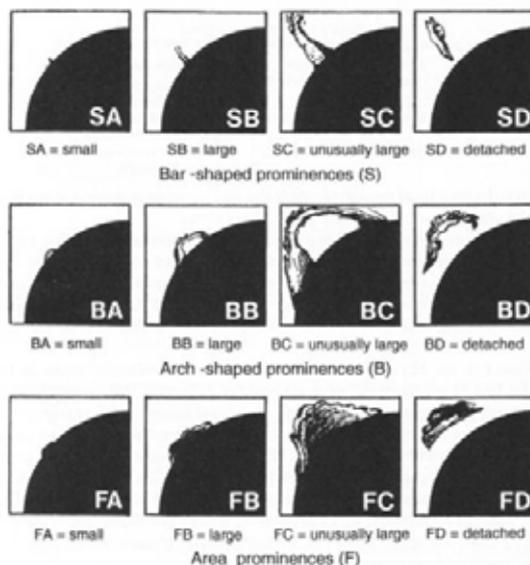


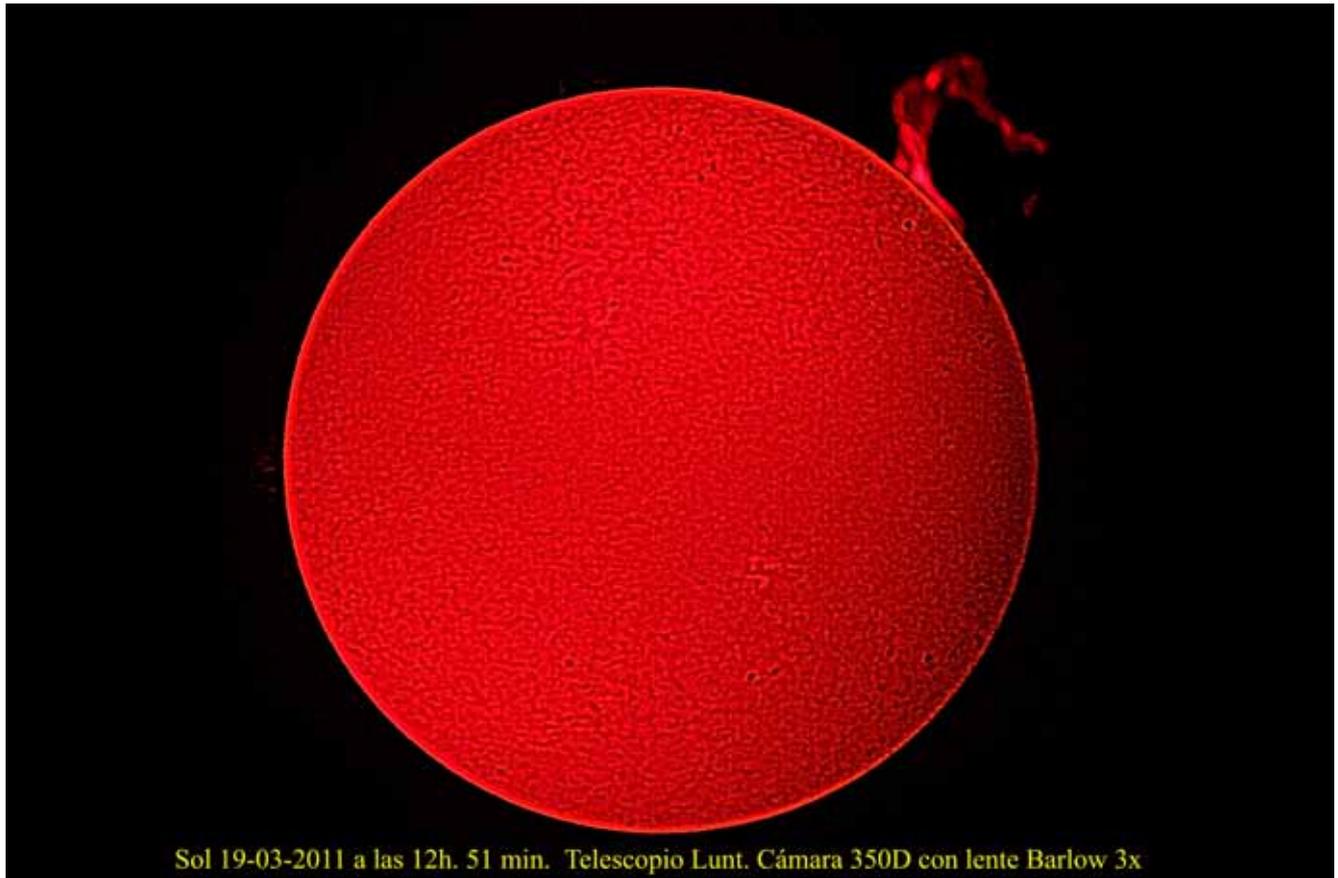
### PROTUBERANCIAS

Pettit

- 1.- Activa. El material parece fluir en centros activos.
- 2.- Eruptiva. Toda la protuberancia asciende con velocidad uniforme. La velocidad puede incrementarse súbitamente.
- 3.- De mancha. Se encuentran cerca de manchas y toman la forma de un surtidor o un bucle.
- 4.- Tornado. Una estructura vertical con forma espiral.
- 5.- Quiescente. Protuberancia de gran tamaño que solo muestra pequeños cambios en periodos de horas o días.

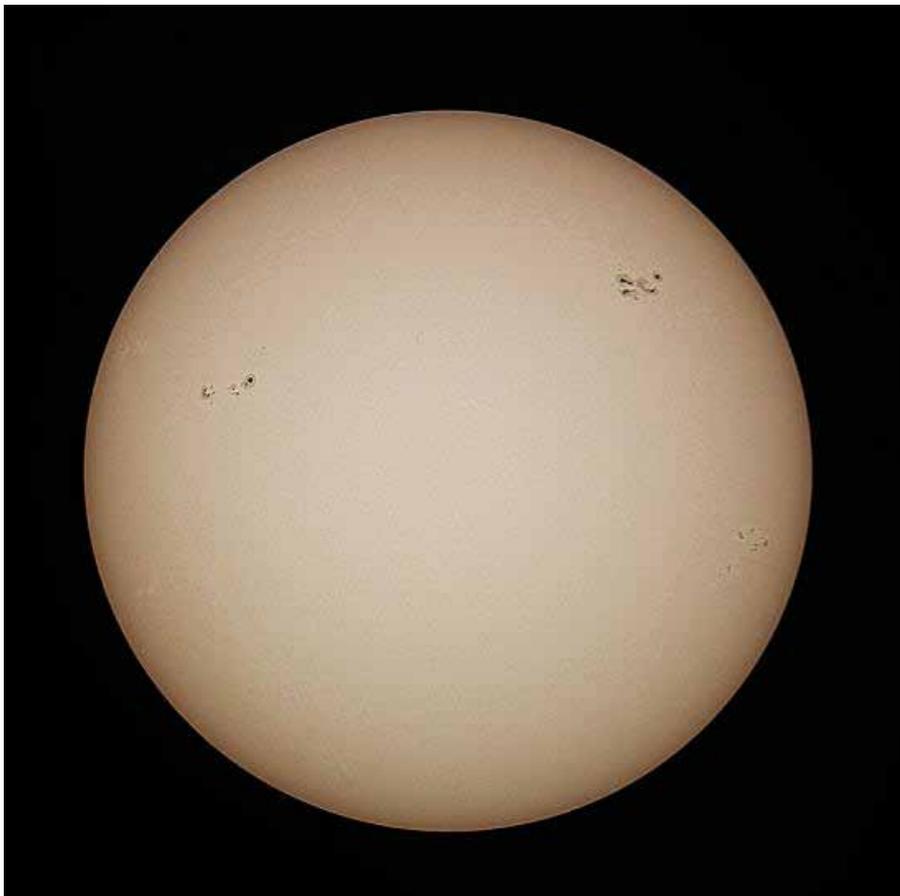
Völker





Sol 19-03-2011 a las 12h. 51 min. Telescopio Lunt. Cámara 350D con lente Barlow 3x

*Sol con gran protuberancia, por Jose Luis Mezquita. Con telescopio Lunt en pruebas desde la nueva Sede; 4 fotos a 800 ASA y 1/250, más 6 fotos a 800 ASA y 1/30. Cámara 350D + Barlow 3x. Procesado con Registax y Photoshop.*



*El 6-3-11, Carles Labordena tomó esta imagen con su Canon 500d y SC200 con filtro de luz integral. Es el promedio de 15 imágenes con Registax. Por fin tiene un bonito aspecto lleno de manchas y fáculas en ambos hemisferios. Ya va camino de tener gran actividad.*



**Bueno, a la foto no pudo llegar Calisto porque estaba muy lejos pero si que se reunieron el resto de la familia: A la izda y casi tocando al planeta estaba Europa. El primer satélite a la derecha del planeta es Gamínedes. El siguiente más a su derecha Io Y finalmente, en el centro de la imagen: Júpiter con la sombra de Gamínedes sobre su superficie y la Mancha Roja casi desapareciendo por el borde derecho. Bromas aparte esto es el resultado de 900 frames tomados con la ToUcampro II en el S/C de 254mm a f:20 tratados con Registax y Noiseware. Noche del 16-10-10. Por Jose María Sebastià.**

**M-20 La nebulosa Trífida. Telescopio Meade LX200 de 254mm a f:6,3 guiado con Star Shoot autoguider en un refractor de 102 mm a f:5. 4 fotografías de 300 seg a ISO 800 + 1 dark tomadas con una Canon EOS 300D. Apiladas con DSS y procesadas con PixInsight. Retoque final con Noiseware. Fotos tomadas el 14-7-10 desde La Renegá (Oropesa) Por Jose Maria Sebastià.**



M-20

140710  
JM Sebastià

## COORDENADA HELIOGRÁFICAS

Para fijar la posición de un punto sobre la superficie terrestre utilizamos dos coordenadas: la latitud y la longitud. La latitud se mide desde el ecuador hacia los polos y desde  $0^\circ$  hasta  $90^\circ$ . Para la longitud, se fija arbitrariamente un meridiano origen (Greenwich) y, a partir de él, se mide hacia el Este y el Oeste, desde  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$ . Análogamente, en el Sol se definen una longitud y una latitud heliográficas.

La latitud se determina igual que en nuestro planeta: desde el ecuador solar hacia los polos y desde  $0^\circ$  hasta  $90^\circ$ . Para definir la longitud se hace preciso fijar un meridiano origen, pero como no hay ninguno especialmente privilegiado, se elige, por convenio, el meridiano correspondiente al nodo ascendente del ecuador solar sobre la eclíptica el 1 de enero de 1854 a las 12 h. La longitud se mide desde  $0^\circ$  hasta  $360^\circ$  hacia el Oeste, es decir, en el sentido de la rotación solar. Así pues, conociendo la latitud y la longitud heliográficas podemos determinar la posición de cualquier punto sobre la superficie solar.

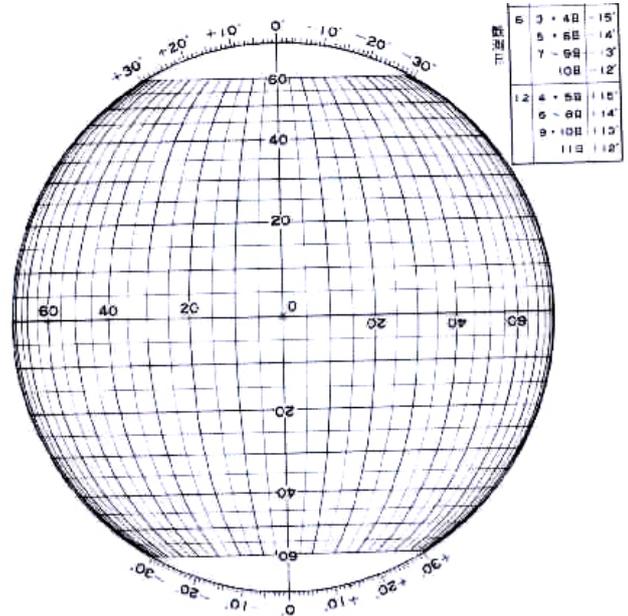
Sin embargo, no hay que perder de vista que en el Sol no hay estructuras estáticas y que, por tanto, lo normal es que las coordenadas de un detalle vayan variando con el tiempo. Si los ejes de rotación del Sol y la Tierra fuesen paralelos entre sí y perpendiculares a la eclíptica, el eje de rotación solar siempre se vería en dirección Norte-Sur y el ecuador solar sería una línea recta que pasaría por el centro del disco aparente. Ahora bien, el eje terrestre está inclinado  $23^\circ 26'$  y apunta hacia la estrella Polar, mientras que el eje de rotación solar está inclinado  $7^\circ 15'$  y se dirige hacia un punto de la constelación de Cefeo situado aproximadamente en  $23h +77^\circ$ .

La combinación de ambas inclinaciones provoca, a lo largo del año, una desviación del eje solar respecto a la dirección Norte-Sur y una inclinación del ecuador respecto a la visual. Quizás la mejor forma de apreciar estos efectos sea mediante una imagen y, por eso, reproducimos en la siguiente figura las diferentes orientaciones del disco solar en los 12 meses del año:

Como es lógico, este aspecto tan distinto que puede presentar el Sol influye considerablemente a la hora de calcular las coordenadas de un detalle, pues lo que medimos en principio es la posición de ese detalle sobre el disco aparente.

Para poder realizar posteriormente las debidas correcciones, se definen dos ángulos que caracterizan la posición de la red de coordenadas sobre el disco solar. Al primero de estos ángulos se le asigna la letra P y es el ángulo de posición del ex-

tremo Norte del eje de rotación medido desde el punto Norte del disco, positivo hacia el Este y negativo hacia el Oeste. P puede variar a lo largo del año desde  $-26^\circ,32$  hasta  $+26^\circ,32$ . En la siguiente figura aparece representado con sus máximos valores:



### Medidas con plantillas

La forma más sencilla de medir la posición de las manchas es utilizar una plantilla sobre un dibujo o una fotografía del Sol. El meridiano de la plantilla debe coincidir con el eje de rotación solar y, por ello, debemos orientar la imagen de la manera más precisa posible.

Si usamos un dibujo, debe estar hecho por proyección y en él marcaremos la posición de las principales manchas. A continuación, manteniendo quietos el telescopio y la pantalla, esperamos un tiempo para que la imagen del Sol se desplace a causa del movimiento diurno. Entonces marcamos de nuevo algunas manchas. La línea que una la nueva posición con la antigua nos señalará la dirección E-W. Posteriormente buscaremos en las efemérides el valor de P (el ángulo de posición del polo Norte solar) y llevándolo sobre el dibujo ya lo tendremos orientado.

Utilizando una fotografía el método es parecido. Tendremos que tomar dos imágenes del Sol sobre la misma foto, en un intervalo de tiempo de algo más de un minuto, dejando inmóvil el telescopio. La dirección E-W vendrá marcada por el desplazamiento sufrido por las manchas entre ambas imágenes. Es necesaria una gran rigidez en el telescopio y en el acoplamiento de la cámara, pues una pequeña desviación puede suponer un error

considerable en las posiciones. Al igual que antes, el ángulo P nos dará la dirección del eje solar.

Todavía queda por corregir el ángulo B0 (la inclinación del ecuador respecto de la visual). Para conseguirlo necesitamos un juego de plantillas, cada una de ellas dibujada para un ángulo distinto, y elegir, con ayuda de las efemérides, aquellas cuya inclinación más se aproxime a la del momento de la observación.

En las efemérides obtendremos también la longitud del meridiano central (L0) Dado que las plantillas sólo nos ofrecen la diferencia en longitud respecto al meridiano, sumando esta diferencia a L0 determinamos la longitud heliográfica de la mancha.

El error proporcionado por las plantillas habitualmente es superior a 1° debido sobre todo al dibujo impreciso de las manchas o a errores en la orientación de la imagen. No obstante, unas plantillas ya permiten obtener con suficiente fiabilidad la distribución de grupos en la superficie solar y hacer un seguimiento de diversos aspectos como la ley de Spörer o los complejos de actividad.

### FULGURACIONES

Las fulguraciones visibles en Ha se clasifican en:

Clase "S" son aquellas cuya superficie es menor de  $100 \cdot 10E-6$  del hemisferio visible

Clase "1" son aquellas cuya superficie esta entre 100 y  $250 \cdot 10E-6$  del hemisferio visible

Clase "2" son aquellas cuya superficie esta entre 250 y  $600 \cdot 10E-6$  del hemisferio visible

Clase "3" son aquellas cuya superficie es superior a  $600 \cdot 10E-6$  del hemisferio visible

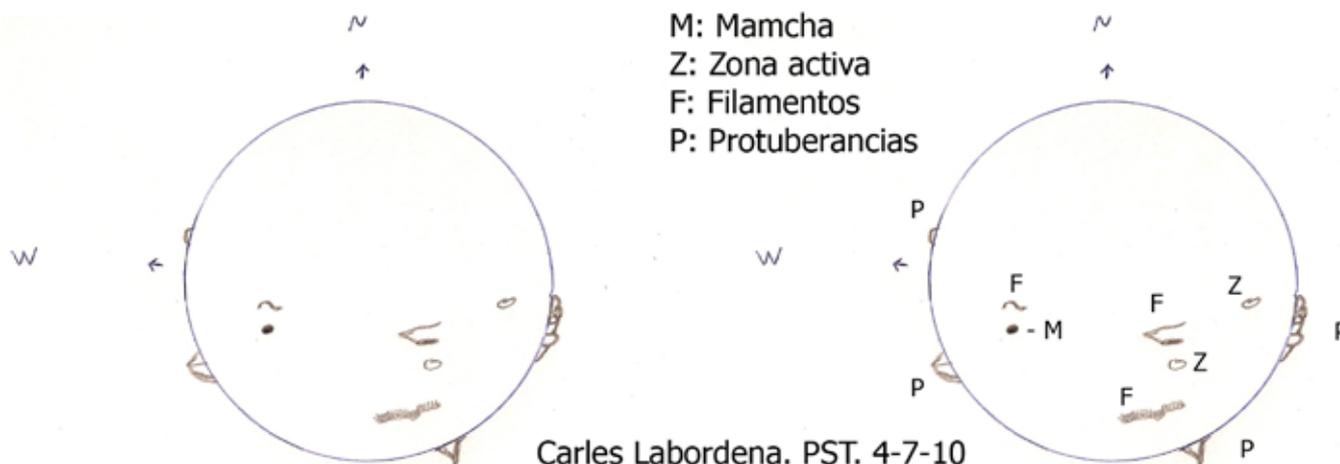
### REGISTRO DE ACTIVIDAD SOLAR EN H ALPHA

La actividad solar en la longitud de onda H alpha se puede observar con telescopios preparados para observar únicamente esta línea del espectro. Era un campo poco transitado por los aficionados debido al alto precio de los equipos de filtros especiales que permitían observar este segmento de la luz del Sol. Desde la aparición de los populares telescopios PST de Coronado, y posteriormente su equivalente económico de la casa Luna, estamos mucho más familiarizados con el fascinante aspecto de nuestra estrella en la luz del hidrógeno alpha, las protuberancias pueden ser observadas en cualquier momento, sin necesidad de esperar la rara circunstancia de un eclipse total de sol, los filamentos, las zonas activas e incluso las fulguraciones están a nuestro alcance. Unas imágenes del Sol ricas en detalles y que proporcionan una información muy rica respecto a la actividad de la estrella son fácilmente accesibles.

Esta información puede ser registrada de diversos modos. Las más sencillas son la captura de imágenes a través de un telescopio en H alpha con cámaras digitales DSLR o con cámaras de captura de vídeo. También pueden obtenerse esquemas sobre plantilla solar, mediante el dibujo de los detalles. Estos registros pueden ser remitidos a organismos que reúnen observaciones de aficionados de todo el mundo y analizan la actividad solar.

Las observaciones se pueden remitir a la ALPO (Assn of Lunar & Planetary Observers) <http://www.alpo-astronomy.org/solarblog/> , al GFOES <http://www.astrosurf.com/gfoes/> o a agrupaciones de nuestro entorno.

Con este artículo finalizamos la serie dedicada a nuestra estrella. Estos próximos años previsiblemente asistiremos a un aumento en la actividad solar, aprovechemos la oportunidad para observarla y si es posible registrarla.



# Programa *Apollo*: desembarco en la Luna

En 2009 se cumplió el cuadragésimo aniversario de la llegada del Hombre a la Luna. Tal proeza tecnológica fue lograda por los Estados Unidos en 1969 y constituyó el brillante colofón a la llamada “carrera espacial”, en la que el mencionado país y la hoy extinta Unión Soviética pugnaban por ser los primeros en alcanzar éxitos astronáuticos.

Sin embargo, la cosa no fue tan idílica como parece. Aunque de cara a la opinión pública el Programa Apollo se presentó como una empresa que aportaría numerosos avances técnicos y científicos, que se consiguieron pero en menor medida de lo que hubiera podido ser, lo cierto es que detrás de dicho Programa había grandes y oscuros intereses políticos y militares que fueron los verdaderos motores del Proyecto. No hemos de olvidar que la época histórica en la que se desarrollan los vuelos tripulados a la Luna se enmarca en la “Guerra Fría”, periodo en el que estadounidenses y soviéticos, poseedores ambos de la bomba atómica, iniciaron una escalada armamentística con la que pretendían intimidarse mutuamente en la que los viajes espaciales fueron utilizados como escaparate de la capacidad tecnológica de cada uno y del poder militar derivado de ella. Así, la posibilidad de enviar hombres a la Luna, acariciada por ambas partes, se convirtió en el objetivo principal por la amenaza que podría suponer para el rival esa demostración de superioridad.

## ***Los antecedentes***

Podemos decir que el Programa Apollo se inició con el discurso que el presidente estadounidense **John F. Kennedy** pronunció el 25 de mayo de 1961, en el que se comprometió a que su país pusiese un hombre en la Luna y lo devolviese sano y salvo a nuestro planeta antes de finalizar aquella década. Este reto no fue más que el deseo de situar a los EEUU a la cabeza de la carrera espacial que por aquellos días estaba dominada de una manera indiscutible por la URSS. De hecho, los soviéticos habían conseguido éxitos formidables con el envío al espacio del primer satélite artificial (Sputnik-1, 1957), el primer ser vivo (la perrita Laika a bordo del Sputnik-2, 1957) y el primer laboratorio geodésico (Sputnik-3, 1958). Asimismo, fueron los primeros no sólo en lanzar una sonda al espacio exterior, rumbo a la Luna de la que pasó a 6.000 Km (Lunik-1, 1959), sino en impactar un objeto en nuestro satélite (Lunik-2, 1959) y en obtener fotografías de la cara oculta lunar (Lunik-3, 1959). Por último, y por si fuera poco, también los soviéticos lograron ser pioneros en el envío de seres humanos al espacio, siendo **Yuri A. Gagarin**, a bordo del Vostok-1, lanzado el 12 de abril de 1961, el primer astronauta de la historia que orbitó la Tierra.

Sin embargo, los yanquis todavía no estaban preparados para asumir el desafío de su presidente debido a que por esas fechas apenas habían tenido éxito con dos satélites (Explorer-1 y Vanguard-1, ambos en 1958) y con una sonda lunar (Pioneer-4, 1959) que pasó muy lejos aún de su objetivo (a 60.000 Km). Por ello y con el fin de ir aumentando sus posibilidades de cara al Programa Apollo desarrollaron cinco proyectos previos de los que dos eran tripulados (Mercury y Gemini) y los otros tres (Ranger, Lunar Surveyor y Lunar Orbiter) consistieron en sondas que se enviaron a la Luna. Los vuelos con tripulación tenían como fin el perfeccionamiento del diseño de cohetes y la adquisición de destreza en la maniobrabilidad de los mismos, mientras que las sondas se usaron para mejorar la trayectoria hasta nuestro satélite y para fotografiar su superficie con el objeto de elaborar una detallada cartografía con la que se pudieran elegir los lugares más apropiados para los futuros aterrizajes con astronautas. Además, los descensos controlados de algunas de estas sondas a la Luna también se utilizaron como ensayos de los sistemas que posteriormente se utilizarían en las naves Apollo.

Así pues, cuando los Estados Unidos se sintieron lo suficientemente preparados iniciaron el plan más ambicioso que haya conocido la historia de la exploración espacial hasta la fecha, en el que se invirtieron entre 20.000 y 25.500 millones de dólares de la época, y en el que hasta 1972 estuvieron involucradas unas 400.000 personas entre técnicos, ingenieros y científicos de la NASA y empleados de los cientos de empresas privadas y de varias universidades que también participaron.

La nave Apollo estaba formada por tres partes llamadas respectivamente “Módulo de Mando”, “Módulo de Servicio” y “Módulo Lunar”.

El Módulo de Mando era un habitáculo con forma troncocónica (la cápsula) que medía 3,9 m de diámetro en su base mayor y 3,2 m de alto. Tenía capacidad para albergar tres astronautas que pasaban allí casi todo el viaje (de hecho, el que no descendía a la Luna lo pasaba entero) y por ello estaba equipado con la mayor parte de los sistemas de control de la nave y de mantenimiento de la tripulación tales como ordenadores, paneles con incontables botones y clavijas, así como dispositivos de navegación, de supervivencia, de comunicación con el Centro de Control, etc. Ésta era la única porción de la colosal estructura formada por el Apollo y su cohete lanzador que se recuperaba al final de cada misión, por lo que en su parte superior había unos compartimentos con varios paracaídas que se usaban para reducir la velocidad durante el descenso en el regreso a la Tierra, y en la inferior existía un escudo térmico que la preservaba del enorme aumento de temperatura que debía sufrir por la fricción con la atmósfera.

Antes del lanzamiento el Módulo de Mando estaba recubierto en su parte superior por otro escudo protector ensamblado a un cohete de escape, de 10,3 m de largo y 1,2 m de diámetro, que en caso de emergencia era capaz de alejar dicho Módulo lo suficiente como para poner a salvo a la tripulación.

Por detrás de la cápsula descrita y unido a ella durante todo el recorrido de ida y vuelta hasta poco antes de la reentrada en la atmósfera terrestre se hallaba el Módulo de Servicio<sup>1</sup>. Éste, con unas medidas de 7,56 m de altura y 3,9 m de diámetro tenía forma cilíndrica con una gran tobera en su parte posterior, correspondiente al motor principal con el que se impulsaba o se frenaba el conjunto de la nave Apollo. Era el único Módulo no habitable y en su interior se hallaba, además del citado motor y de los depósitos de combustible y de comburente<sup>2</sup> que lo alimentaban y que ocupaban la mayor parte del espacio disponible, todo lo relacionado con el funcionamiento de la nave y de sus diversos sistemas: tanques de oxígeno, baterías para la producción de electricidad, antenas de comunicación, radiadores, depósitos de agua y otros componentes.

La tercera parte del Apollo era, como hemos dicho, el Módulo Lunar el cual, debido a que estaba diseñado para desplazarse en el vacío, era el único que no tenía forma aerodinámica. También era el único que constaba de dos partes o etapas, la de descenso y la de ascenso. La primera poseía el tren de aterrizaje, compuesto por cuatro robustas patas para posarse sobre la superficie lunar, así como la tobera y los componentes del motor de frenado con el que se controlaba el descenso y que los astronautas detenían en cuanto unos sensores ubicados en las antedichas patas les informaban de que habían tocado el suelo. Por su parte, la etapa de ascenso utilizaba otro motor que le permitía impulsarse para partir de la Luna, abandonando en ésta a la etapa anterior<sup>3</sup>. Además, la de ascenso tenía en su interior espacio suficiente para albergar a dos tripulantes, que iban de pie, estando equipada con sus correspondientes paneles de mando, sistemas de comunicación y demás. El conjunto de ambas etapas medía 6,37 m de alto por 4,27 m de ancho.

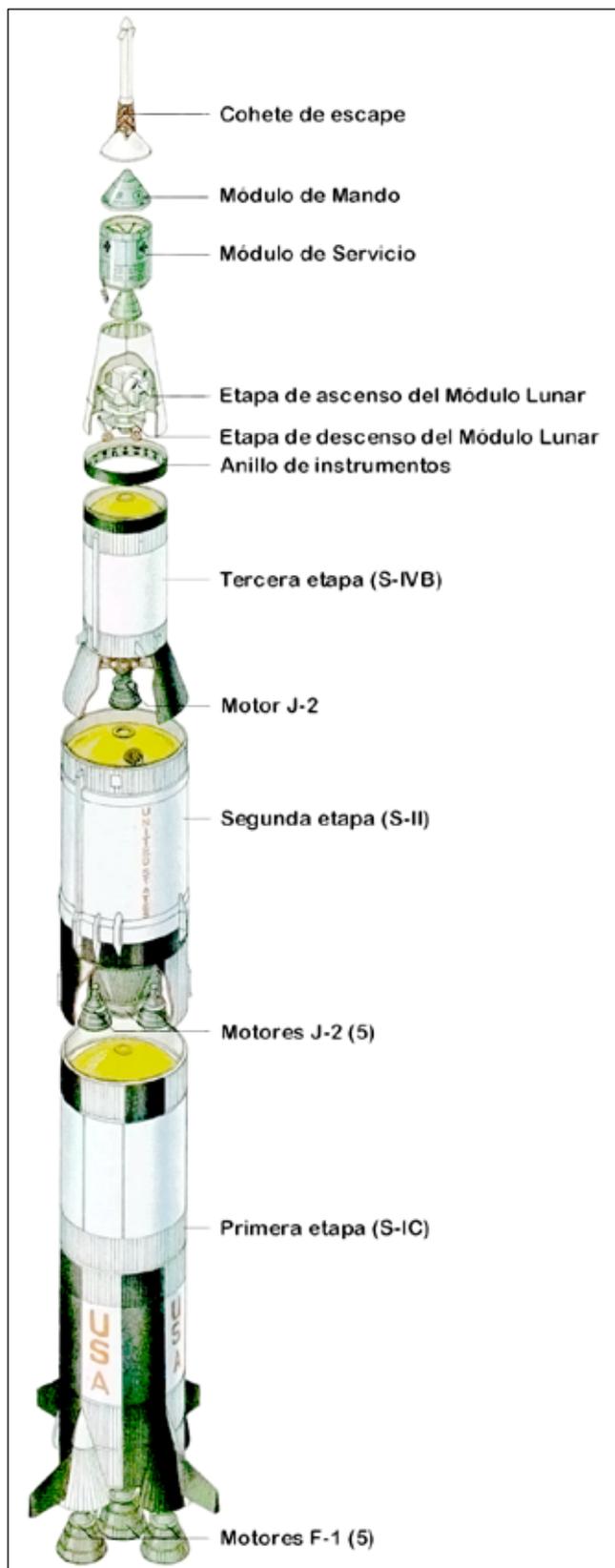
---

<sup>1</sup> El conjunto formado por los Módulos de Mando y de Servicio recibía el nombre de “Módulo Orbital”.

<sup>2</sup> El comburente es una sustancia que provoca o acelera la combustión.

<sup>3</sup> Además de los motores principales indicados para cada uno de los Módulos del Apollo, éstos tenían otros secundarios que les permitían realizar diversas maniobras durante el vuelo.

Durante gran parte del trayecto de ida a la Luna el Módulo Lunar viajaba acoplado a la parte anterior del de Mando, de manera que los astronautas pudiesen pasar del uno al otro a través de una escotilla, pero en el momento del lanzamiento se encontraba, con las patas plegadas, en una cámara con forma troncocónica situada a continuación del Módulo de Servicio. El diámetro superior de esta cámara medía 3,9 m y el inferior 6,6 m, siendo su altura de 8,4 m.



Esquema de la nave Apollo y del cohete lanzador Saturn V.

V, completamente equipado, en unos dos minutos y medio<sup>4</sup>. Una vez a esa distancia y agotado el combustible de la etapa S-IC ésta se desprendía de la S-II, cuyos cinco motores entraban en ignición. Tras aproximada-

Por debajo de la nave Apollo, someramente descrita hasta aquí, se hallaba el enorme cohete lanzador llamado Saturn V, una de las máquinas más potentes que se hayan construido nunca. Concebido por **Wernher von Braun**, ingeniero de origen alemán y discutido pasado, constaba de tres fases o etapas que contenían casi únicamente sus correspondientes motores y los depósitos de combustible y de comburente asociados a los mismos, además de los dispositivos necesarios para su funcionamiento. Toda esta estructura se unía al compartimento del Módulo Lunar mediante un anillo de instrumentos, de 0,91 m de alto y 6,6 m de diámetro, que albergaba, entre otros, diversos equipos para el control del vuelo del cohete y el sistema de detección de emergencias.

Ensamblada a la parte inferior de este anillo se encontraba la tercera etapa del Saturn V, llamada S-IVB, que era la menor de las tres. Llevaba un motor J-2 y medía 18 m de longitud por 6,6 m de diámetro, aunque a la altura de la tobera se ensanchaba hasta los 10 m (el mismo diámetro que tenían las otras dos etapas) para poder acoplarse a la segunda fase o S-II situada debajo. Ésta, equipada con cinco motores también J-2, tenía 25 m de alto y daba paso a la primera etapa y mayor de todas, la S-IC, que alcanzaba los 42 m de longitud. Por último, en la base de la misma había cuatro alerones estabilizadores y por debajo cinco imponentes toberas correspondientes a otros tantos motores F-1.

### ***El viaje a la Luna***

El viaje a la Luna se iniciaba en la Plataforma de Lanzamiento, situada en las instalaciones de la NASA en Cabo Kennedy (hoy Cabo Cañaveral, Florida), con el espectacular encendido de los citados F-1, que originaba un estruendo y una humareda perfectamente detectables a varios kilómetros de distancia. Si bien el ascenso comenzaba lentamente con el fin de evitar que los astronautas sufriesen de manera innecesaria los efectos de una brusca aceleración, dichos motores eran capaces de enviar a 70 km de altitud las 3.300 Tm del gigantesco conjunto Apollo-Saturn

<sup>4</sup> La altura del Apollo-Saturn V era de 110,65 m, más o menos el equivalente a un edificio de treinta y seis plantas.

mente seis minutos la nave se elevaba hasta unos 180 km, y la segunda etapa también se separaba. Durante ese tiempo era disparado el cohete de escape junto con el escudo térmico al que estaba unido y que protegía el Módulo de Mando por su parte superior. Después, la tercera etapa o S-IVB se encargaba de situar a una altitud de 190 km lo que quedaba de la nave, cosa que sucedía en algo más de dos minutos. Una vez allí la astronave quedaba en órbita terrestre apagándose el motor J-2, lo que aprovechaba la tripulación para comprobar que todo estaba en orden.

Al cabo de un par de revoluciones alrededor de nuestro planeta, y en el instante preciso, la tercera etapa encendía de nuevo su motor durante otros seis minutos para impulsar la nave camino de la Luna a la increíble velocidad de casi 40.000 km/h (algo más de 10 km/s). Luego, los Módulos de Mando y de Servicio, unidos, se separaban unos metros de la etapa S-IVB y después de dar una vuelta de 180 grados se acercaban lentamente al Módulo Lunar, cuyo compartimento se había abierto para facilitar la maniobra, acoplándose al mismo por la parte delantera del de Mando. Tras esta unión el Apollo se desprendía definitivamente de la tercera etapa y continuaba su viaje en solitario.

La duración de la travesía hasta la Luna era de unos tres o cuatro días, en los que la nave rotaba suavemente sobre su eje longitudinal para evitar el sobrecalentamiento de la parte iluminada por el Sol. Al principio, debido a la gravedad de la Tierra y a que el avance se realizaba por inercia, la velocidad iba disminuyendo hasta llegar a los 5.400 km/h. Para entonces el Apollo había alcanzado ya el punto en el que la atracción lunar supera a la terrestre por lo que volvía a acelerar poco a poco hasta encontrarse en las cercanías de la Luna. Allí tenía que maniobrar con el fin de entrar en órbita, cosa que se lograba frenando la astronave mediante el encendido del motor del Módulo de Servicio, cuya tobera estaba orientada hacia nuestro satélite, durante unos seis minutos<sup>5</sup>. Así se conseguía una órbita elíptica que tras una posterior corrección pasaba a ser circular con el Apollo a algo más de 110 km de la superficie lunar y a una velocidad de 5.800 Km/s, de manera que la astronave daba una vuelta completa a la Luna cada dos horas. Este era uno de los momentos críticos de la misión: si no se había calculado bien la trayectoria o se hacía mal la operación el Apollo podía perderse en el espacio, no entrar en órbita y volver a la Tierra, o estrellarse contra nuestro satélite. Además, existía la dificultad añadida de que esa maniobra debía llevarse a cabo sobre la cara oculta de la Luna y, por lo tanto, sin comunicación con Houston (Texas), donde estaba el Centro de Control.

Tras varias circunvoluciones alrededor de nuestro astro vecino, durante las que los astronautas comprobaban de nuevo que las cosas seguían yendo bien, dos de ellos pasaban del Módulo de Mando al Lunar, que como dijimos anteriormente estaban comunicados, para activar los diversos sistemas de este último e instalarse en él. Al cabo de cinco horas aproximadamente, y tras desplegar el tren de aterrizaje del Módulo Lunar, éste se separaba del de Mando iniciando el descenso, no exento de riesgos, hacia la superficie de la Luna. Para ello era necesario corregir la trayectoria con los motores secundarios, así como ir regulando el encendido del de la etapa de descenso con el objeto de frenar la nave hasta conseguir un aterrizaje suave, lo que se lograba entre dos y tres horas después. Ya sobre nuestro satélite, y una vez verificados todos los sistemas del mencionado Módulo Lunar, los dos tripulantes, protegidos por sus trajes espaciales, salían al exterior para explorar el terreno, colocar aparatos científicos, recoger muestras de rocas y polvo lunares, tomar fotografías, llevar a cabo experimentos, y otras tareas que, como algunas actividades realizadas a lo largo de todo el viaje, eran transmitidas por televisión a millones de espectadores que, a 384.400 km, seguían con interés y curiosidad las andanzas de los primeros doce seres humanos que pisaban otro mundo.

El momento de despegar de la Luna para unirse de nuevo al Módulo Orbital era otro de los que generaban tensión puesto que si algo fallaba y no se producía ese acoplamiento, no había posibilidad alguna de rescatar a los astronautas<sup>6</sup>. Pero si todo iba bien, como así sucedió siempre, en algo más de siete minutos de funcionamiento el motor de la etapa de ascenso del Módulo Lunar situaba dicha etapa a unos 18 km del suelo, a la velocidad de 6.100 km/h, poniéndola en órbita. Posteriormente, y tras corregir la órbita anterior para alcanzar la altitud de 110 km necesaria para unirse al antes citado Módulo Orbital, se procedía al acoplamiento entre ambos. El

<sup>5</sup> Aunque la nave sufría un movimiento de oscilación, en la ida la parte "delantera" del Apollo tendía a ser la tobera del Módulo de Servicio y la "trasera" el Módulo Lunar, de manera que los astronautas viajaban prácticamente de espaldas a su objetivo.

<sup>6</sup> El único motor de la fase de ascenso del Módulo Lunar del Apollo 11 se había probado en tierra sólo seis veces, de las que había fallado en tres. Es sólo un ejemplo del excesivo riesgo al que, en ocasiones, se enfrentaron los astronautas del Programa.

proceso completo desde el despegue de la Luna hasta ensamblarse con el Módulo Orbital duraba entre tres y cuatro horas, y tras él se procedía a desprenderse de la fase de ascenso del Módulo Lunar después de que los dos astronautas que lo pilotaban hubieran pasado hasta el de Mando, llevando consigo las muestras recogidas en la Luna, reencontrándose así con su compañero que, durante todo el tiempo de la exploración de la superficie lunar, había permanecido en órbita.

Una vez el Módulo Orbital se quedaba solo procedía a girar sobre sí mismo para obtener una posición que le permitiera alejarse de la Luna con su parte delantera “apuntando” hacia la Tierra. Luego, con esa orientación y en el momento adecuado, se ponía en marcha el motor del Módulo de Servicio durante dos minutos y medio, tiempo suficiente para abandonar la órbita lunar en dirección a nuestro planeta, a 9.500 km/h. Al igual que en la ida, el desplazamiento se realizaba por inercia de modo que la gravedad lunar iba frenando la nave hasta alcanzar la distancia donde la atracción terrestre es mayor. Allí, el Módulo Orbital, girando de nuevo sobre su eje longitudinal para impedir sobrecalentamientos por la luz solar, llegaba a 1080 km/h, velocidad que crecía progresivamente hasta los 40.200 km/h ya en las proximidades de la Tierra.

Poco antes de iniciar la reentrada en la atmósfera el Módulo de Mando se separaba del de Servicio y luego hacía una maniobra para que su escudo térmico recibiera el impacto del aire y le protegiese así de las enormes temperaturas (del orden de los 2.800 °C) producidas por la fricción con el mismo a tan alta velocidad. Pero esa no era la única preocupación de los astronautas y de los controladores de vuelo; la reentrada debía hacerse exactamente con el ángulo correcto puesto que si éste era mayor el Módulo de Mando se abrasaría y si era menor rebotaría en la atmósfera y saldría despedido al espacio sin posibilidad de volver. Para aumentar más la incertidumbre, a esa temperatura el aire en contacto con la cápsula se ionizaba, lo que impedía las comunicaciones por radio entre la nave y el Centro de Control durante algunos minutos.

Sobre los 7.300 m de altitud y tras notar la tripulación que sus extremidades se iban haciendo cada vez más difíciles de manejar por la pérdida de la ingravidez, los violentos zarandeos que había sufrido el Módulo de Mando en su larga caída libre se veían atenuados por un ligero tirón originado por la abertura de dos pequeños paracaídas en la parte superior de la nave, a los que se añadían otros tres mucho mayores cuando la cápsula estaba a sólo 3.000 m de la superficie terrestre. Por último, alrededor de diez minutos después del inicio de la reentrada, el Módulo de Mando descendía suavemente en un punto determinado del Océano Pacífico donde miembros de la Marina estadounidense lo recuperaban, después de recoger a los tres astronautas, dando así por finalizado el viaje.



El Módulo Orbital del Apollo 16 visto desde la etapa de ascenso del Módulo Lunar.



El accidentado paisaje lunar que se encontraron los astronautas del Apollo 17.

La primera misión relacionada con el Programa Apollo se denominó AS-201 y sirvió para estrenar el cohete lanzador Saturn IB, posteriormente utilizado en algunos otros vuelos iniciales. A ésta la siguieron la AS-202, en la que se probaron los Módulos de Mando y de Servicio, y la AS-203, que evaluó el cohete Saturn IVB, usado más tarde como una de las etapas del definitivo Saturn V. Todas ellas fueron lanzadas, sin tripulación, en 1966.

Después estaba previsto continuar con la AS-204, concebida como el primer vuelo del Proyecto con astronautas a bordo. **Grissom, White y Chaffee** iban a realizar nuevas pruebas del Módulo de Mando en el espacio pero el 27 de enero de 1967 un incendio, originado por una chispa en la cabina durante una simulación en tierra, acabó con sus vidas. Así, los citados astronautas se convirtieron en las primeras (y afortunadamente únicas) víctimas del Programa. Tras este trágico incidente la NASA decidió homenajear a los fallecidos renombrando la misión como Apollo 1.

El suceso descrito obligó a diseñar un modelo prácticamente nuevo de Módulo de Mando con innumerables mejoras respecto al anterior y que ofreciese mayor seguridad pero también acarreó un considerable retraso en el desarrollo del Proyecto y un cambio de planes que se tradujo en que los vuelos Apollo 2 y Apollo 3 no llegaran a realizarse, por lo que la siguiente misión, otra vez no tripulada, se llamó Apollo 4. Éste, lanzado en 1967, fue el primer vuelo del Saturn V completo e igualmente el primero en el que se hizo un simulacro de reentrada con el Módulo de Mando.

Las dos siguientes misiones, Apollo 5 y Apollo 6, fueron enviadas a la órbita terrestre en 1968. En la primera se probó el Módulo Lunar y con la segunda se repitió el vuelo del Apollo 4, aunque con una carga mayor, pero sin poder realizar la simulación de la reentrada por detectarse vibraciones anómalas y por diversos fallos en el encendido de los motores.

La primera misión tripulada del Programa fue la del Apollo 7, lanzado el 11 de octubre del mismo año, en el que viajaron **Schirra, Eisele y Cunningham**. Su principal tarea consistió en probar el Módulo de Mando en el espacio durante once días, lo que salió a la perfección y animó a la NASA a seguir con el Proyecto. Sin embargo, el tiempo había pasado muy deprisa y existía la posibilidad de no poder cumplir el compromiso de **Kennedy**, por lo que se decidió correr algunos riesgos. Así, el siguiente vuelo, también con astronautas, sería enviado a orbitar la Luna con una nave Apollo completa aunque con el Módulo Lunar no operativo, para comprobar la llamada "trayectoria de retorno automático"<sup>7</sup> sin pruebas previas no tipuladas que confirmaran la viabilidad de la misma. Por suerte, el Apollo 8, enviado al espacio el 21 de diciembre, fue un rotundo éxito y su tripulación se convirtió en pionera en muchos aspectos. No en vano, **Borman, Lowell y Anders**, fueron los primeros seres humanos que salieron al espacio exterior, los primeros en orbitar la Luna y, por tanto, los primeros también en ver con sus propios ojos su cara oculta. Igualmente, fueron las personas que más lejos habían viajado hasta entonces, las que a mayor velocidad lo habían hecho y, asimismo, fueron los primeros astronautas que se sometieron a los rigores de una verdadera reentrada en la atmósfera terrestre.

<sup>7</sup> Así se llamaba la trayectoria diseñada para volver a la Tierra en caso de tener problemas, aprovechando la gravedad lunar. Gracias a ella pudo regresar el Apollo 13 a pesar de haber sufrido un grave percance.

El Apollo 9 llevó a cabo la primera prueba tripulada del Módulo Lunar en órbita terrestre, y en el viaje posterior los astronautas del Apollo 10 ensayaron el aterrizaje sobre nuestro satélite, con sus correspondientes maniobras entre los Módulos Orbital y Lunar, llegando el último a una distancia de tan sólo 15 km sobre la superficie de la Luna. Tras los logros de estos vuelos la NASA se convenció de que pisar el suelo lunar era algo realmente posible y que estaba ya muy cerca.

La culminación del Programa llegó con la histórica misión Apollo 11, que fue lanzada el 16 de julio de 1969 alcanzando la Luna cinco días más tarde. Mientras **Collins** permanecía en órbita, **Armstrong y Aldrin** -por ese orden- se convirtieron en los primeros seres humanos que pisaban nuestro satélite tras aterrizar con el Módulo Lunar, después de superar algunas serias dificultades, en la vasta llanura del Mar de la Tranquilidad. Allí permanecieron durante 21 h y 31 m, de las que 2 h y 36 m correspondieron a las actividades realizadas fuera de la nave, sobre la Luna. El acontecimiento tuvo una repercusión mundial y fue visto en directo por millones de personas en lo que fue la primera retransmisión televisiva desde otro mundo. Además, para los estadounidenses tuvo el aliciente añadido de afianzar definitivamente a su país al frente de la carrera espacial. Los tres astronautas regresaron a la Tierra el 24 de julio y posteriormente fueron homenajeados en EEUU y en otras naciones.

La siguiente misión en aterrizar sobre la Luna fue el Apollo 12. Segundos después de iniciar su viaje, el 14 de noviembre, un rayo originado por el paso del cohete a través de la imponente tormenta que estaba cayendo impactó sobre la plataforma de lanzamiento afectando a la nave que se quedó “a oscuras” y con los ordenadores bloqueados. Por fortuna, tras unos minutos de desconcierto todo volvió a la normalidad y, siguiendo el plan previsto, el Módulo Lunar pudo llegar a nuestro satélite donde se posó en el Océano de las Tormentas (al sur del cráter Lansberg) a escasos metros de la sonda Surveyor 3 de la que se recuperaron algunos elementos.

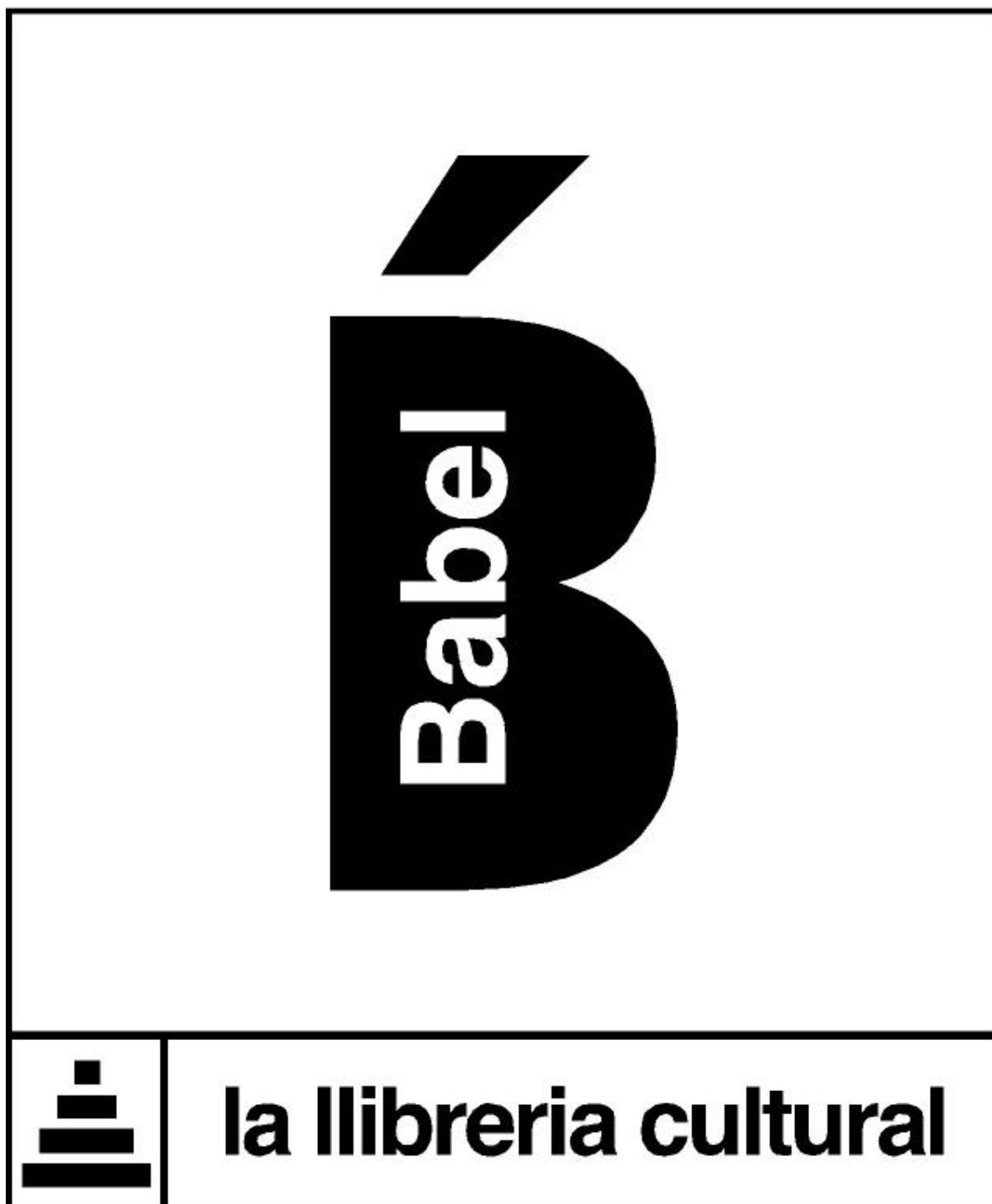
Para cuando los vuelos a la Luna estaban convirtiéndose en algo habitual y el gran público comenzaba a mostrar un menor interés por ellos llegó el Apollo 13. Enviado al espacio el 11 de abril de 1970, fue la única misión del Programa que tuvo que cancelar el aterrizaje debido a los problemas ocasionados en pleno viaje por la explosión de un tanque de oxígeno en el Módulo de Servicio, que dañó seriamente su motor y disminuyó de manera peligrosa las reservas energéticas de la nave. Su tripulación, **Lowell, Swigert y Haise**, tuvo que instalarse en condiciones precarias en el Módulo Lunar, diseñado como vimos sólo para dos astronautas, ya que fue necesario desconectar todos los componentes del de Mando con el fin de ahorrar energía para intentar el regreso, que al final pudo conseguirse con éxito. El hecho de que la misión rozara el desastre hizo que el mundo entero estuviese pendiente otra vez de un vuelo hasta nuestro satélite.

Las cuatro misiones restantes del Programa transcurrieron sin incidentes de importancia. El Apollo 14, lanzado el 31 de enero de 1971, aterrizó al norte del cráter Fra Mauro, en el Mar de las Nubes, donde sus astronautas utilizaron una carretilla para poder recoger mayor cantidad de rocas lunares. El vuelo siguiente, Apollo 15, enviado a la Luna el 26 de julio, se posó al norte de los Apeninos, cerca del Monte Hadley, y estrenó un pequeño vehículo todoterreno llamado rover, como los usados también en las dos exploraciones posteriores, con el que los astronautas podían alejarse varios kilómetros del Módulo Lunar. Esta misión colocó un pequeño satélite en órbita para medir las variaciones del campo magnético de la Luna, así como unos sismómetros que permitieron estudiar por primera vez el interior de la misma.

Las cercanías del cráter Descartes, al norte del cráter Abulfeda, vieron el aterrizaje del Apollo 16, cuya tripulación desplegó sobre la superficie lunar el primer observatorio astronómico extraterrestre (de luz ultravioleta), compuesto por un pequeño telescopio de 75 mm de abertura. La nave fue lanzada el 16 de abril de 1972, y **Mattingly**, uno de sus astronautas, realizó un paseo espacial de 1 h y 24 m de duración para recoger las fotografías realizadas por un satélite dejado también en la órbita de la Luna. Por su parte, **Cernan, Evans** y el geólogo **Schmitt**, el único científico que hasta la fecha ha pisado nuestro astro vecino, viajaron a bordo de la última misión del Proyecto, el Apollo 17. Ésta, despegó el 7 de diciembre y se posó entre los Mares de la Serenidad y de la Tranquilidad, cerca del cráter Littrow, consiguiendo varios récords: estancia más larga en la Luna (3 días y 3 h), mayor tiempo de exploración (22 h y 4 m, incluyendo el paseo lunar más prolongado, de 7 h y 37 m), así como el recorrido más extenso con el rover (30,5 km) y la mayor cantidad de muestras recogidas (110 kg).

Como hemos indicado, con la misión antedicha finalizaron los vuelos tripulados a nuestro satélite, porque de los veinte que estaban previstos inicialmente fueron cancelados los tres últimos. Una vez ganada la carrera espacial a los soviéticos con el Apollo 11, y tras comprobar las nulas posibilidades estratégicas que ofrecía la Luna, la exploración de ésta fue centrándose cada vez más en la investigación. Pero entonces la enorme cantidad de dinero con la que los Estados Unidos estaban dispuestos a financiar el Programa Apollo para conseguir con él determinados objetivos militares y políticos pareció excesiva cuando hubo posibilidad de invertirla en adquirir conocimientos científicos. Y de esta manera terminó una irreplicable etapa de la historia y con ella la que, hasta ahora, constituye para la Humanidad su aventura más intrépida.

*Por Ernesto Sanahuja Pavía*



" Destruimos la belleza del paisaje porque los esplendores de la naturaleza, de los que nadie se ha apropiado, carecen de valor económico. Seríamos capaces de apagar el sol y las estrellas porque no dan dividendos."

John Maynard Keynes



# SOCIETAT ASTRONÒMICA DE CASTELLÓ

## BOLETÍN DE INSCRIPCIÓN AÑO 2011

Nombre: _____	Apellidos: _____
Profesión: _____	Fecha de nacimiento: _____
Teléfono: _____	e-mail: _____
Dirección: _____	
Población: _____	
Provincia: _____	Código Postal: _____

*Solicito ser admitido como Socio de la "Societat Astronòmica de Castelló" en calidad de:*

➡ **Socio ordinario: 30 € anuales + 25 € Derechos de Entrada.**

➡ **Socio juvenil (hasta 16 años): 24 € anuales.**

*Y para ello ruego hagan efectivo el cargo mediante Domiciliación Bancaria con los siguientes datos:*

Banco: _____	Sucursal: _____
Domicilio: _____	
Cuenta (20 dígitos): _____	
Titular de la cuenta: _____	
<i>Sr. Director:</i>	
<i>Ruego haga efectivo de ahora en adelante y a cargo de la citada libreta, los recibos presentados al cobro de la S.A.C., Societat Astronòmica de Castelló.</i>	
El Titular D. _____	
Firma y D.N.I.:	

Salvo orden contraria del asociado, la "Societat Astronòmica de Castelló" S.A.C. girará un recibo por conducto bancario el primer trimestre de los años sucesivos en concepto de cuota social, y cuyo importe se corresponderá con la cuota de Socio Ordinario (sin los Derechos de Entrada) o bien de Socio Juvenil mientras el mismo sea menor de 16 años, vigentes durante los próximos años.

# VENTA DE GAFAS DE PROTECCION OCULAR PARA LA VISION DIRECTA DEL SOL



PRIMERAS MARCAS CON LOS MEJORES PRECIOS, EXPOSICION DE TELESCOPIOS Y PRISMATICOS, PERSONAL ESPECIALIZADO EN TELESCOPIOS, ASESORAMIENTO SOBRE ACCESORIOS, REVELADOS ESPECIALES Y FORZADOS, AMPLIO SURTIDO DE PELICULAS FOTOGRAFICAS, PRECIOS ESPECIALES PARA SOCIOS S.A.C



REVELAMOS SUS FOTOS ANALOGICAS Y DIGITALES HASTA 30X90, EN UNA HORA

**LLEDÓ**  
 FOTO - VIDEO - IMAGEN DIGITAL

CASTELLON  
 Avda. Rey Don Jaime, 104 - Tel. 964 20 09 41  
 C/. San Roque, 161 - Tel. 964 25 22 52  
 C/. Mayor, 25 - Tel. 964 26 04 41  
 VILA-REAL  
 C/. Pedro III, 8 - Tel. 964 521313

**TAMRON**  
 CATALOGO DE OBJETIVOS  
 REALES FOTOGRAFAN CON MEJORES OBJETIVOS

**Canon**

**SONY**



**OLYMPUS**  
 Your Vision, Our Future

KONICA MINOLTA

**Nikon**

**SIGMA**