



Observación de meteoros

Desde hace muchos años las observaciones de meteoros o estrellas fugaces vienen siendo realizadas por astrónomos aficionados. Las estadísticas relativas a las caídas de meteoros indican que éstas no se distribuyen con regularidad durante todo el año, sino que se acumulan en torno a determinadas fechas puesto que proceden de enjambres de cuerpos pequeños que recorren órbitas alrededor del Sol. Nuestro planeta tiene cada año muchos puntos comunes con las trayectorias de estos enjambres y cuando se cruza con ellas «capta» un gran número de pequeñas partículas que al entrar en la atmósfera de la Tierra se convierten en meteoros luminosos.

Para estudiar la densidad y distribución de masa de estas corrientes meteóricas, sus cambios de año en año, etc, la técnica que se utiliza es la estadística del número de meteoros captados de cada corriente. A veces los aficionados descubren un nuevo «radiante», entendiéndolo por ello una pequeña zona del cielo de la cual parecen venir los meteoros. Cada corriente meteórica tiene un único radiante.

Aunque también puede realizarse la observación de meteoros mediante telescopios, aquí vamos a restringirnos a la observación de meteoros a simple vista, que es el modo más extendido y práctico.

Debe disponerse de una noche clara, sin Luna y sin luces urbanas. No se precisa equipo óptico alguno; tan sólo debe buscarse un lugar suficientemente oscuro. También deben conocerse las magnitudes de tantas estrellas como sea posible. Obviamente, es imprescindible un buen conocimiento de las constelaciones.

El observador debe estar cómodamente sentado (mejor recostado en una colchoneta o «tumbona» con un saco de dormir) y disponer del siguiente equipo: lápiz, regla, una linterna de débil luz roja que sólo se encenderá para ver los mapas y anotar los datos, mapas que cubran las zonas celestes a observar para trazar las trayectorias de los meteoros, los partes para anotar los datos, un buen reloj y una mesa o tablón para apoyar los papeles.

Sugerimos que para la observación de meteoros se formen grupos. Los miembros de estos grupos deben estimularse los unos a los otros para observar regularmente, aunque para obtener datos con valor científico es necesario que no se mezclen las observaciones de los observadores, pues cada cual tiene una sensibilidad diferente. La duración de una observación es muy variable: debe ser preferiblemente noches completas con Luna nueva; o bien observaciones más cortas, pero frecuentes, cuya duración debe ser de al menos una hora.

Dentro del grupo cada observador debe actuar como si estuviera sólo, e incluso hacer separadamente su estimación de la magnitud límite. Cada uno anotará sus propias observaciones.

En principio puede mirarse a cualquier dirección del cielo, pero es recomendable mirar a partir de 30° del radiante en dirección al cenit.

Unos ojos normales requieren unos 20 minutos para adaptarse a la oscuridad. Durante este tiempo el observador preparará el equipo y tomará nota de los datos necesarios para cumplimentar el parte.

Observaciones visuales

Se establecen dos niveles de observaciones:

a) **Observaciones completas.** Estadística sobre el número, recorridos y características aparentes.

El dato que es imprescindible para todo tipo de estudio sobre las corrientes meteóricas es el número de apariciones que se producen en un periodo de tiempo determinado, que generalmente es de una hora. Además del número, en este caso se determinan otros datos referentes al aspecto, como la magnitud, los colores, las trayectorias, la velocidad, etc. Es importante destacar que, excepto la magnitud, estos datos son irrelevantes en la mayoría de los estudios, con lo cual si un observador tiene dificultad para obtenerlos, o supone que puede perder otras apariciones mientras toma notas o consulta los mapas, es preferible que prescindiera de ellos y que dedique toda su atención a la contabilización del número de apariciones. Todos los datos, y especialmente las trayectorias, serían im-prescindibles para identificar algún nuevo radiante.

b) **Observaciones simplificadas.** Estadística sobre el número de meteoros.

El modo más simplificado es la determinación del número y la magnitud de cada meteoro.

Observaciones completas

Se empieza rellenando el parte que, en este tipo de observaciones, va acompañado de una colección de cartas celestes especialmente concebidas para anotar en ellas las trayectorias de los meteoros detectados (fig. 1)

En primer lugar se anota la fecha, el punto desde donde se realiza la observación y sus coordenadas geográficas exactas (latitud, longitud y altura). A continuación se anotan los **factores geográficos**, medida que corresponde a la porción de cielo observado. En este apartado se tiene en cuenta la cantidad de meteoros perdidos debido a factores paisajísticos, tales como árboles, montañas o edificios (no se tienen en cuenta aquí las nubes), referido siempre a la zona del cielo que abarca un solo observador. El valor se da en tanto por ciento, de modo que un valor extremo del 0% correspondería a un observador que en su área no tuviera impedimento alguno de visión, un valor del 10% sería el de uno que tuviera una décima parte del cielo oculta, 20% si tiene una quinta parte oculta, etc.

Otro valor ligado íntimamente al anterior es el **cielo cubierto**; corresponde a la porción de cielo oculto debido sólo y exclusivamente a la aparición de nubes. Este valor comienza a anotarse en el «parte» en el momento de la aparición de la primera nube, de modo que este apartado sin rellenar indica que la noche ha sido despejada en su totalidad. Debe anotarse la hora y el minuto (en UT) de la aparición de las nubes y el tanto por ciento de cielo que cubren, de manera que un valor extremo del 100% corresponde a un área totalmente cubierta. Este dato se va repitiendo en un periodo variable de 15 a 30 minutos según la velocidad de progresión de las nubes en ocultar o despejar el cielo. Una vez se despeje totalmente, basta poner una última indicación en el parte con la

Tabla I. Lo más importante en la observación de meteoros

Son muy pocos los meteoros que alcanzan una alta luminosidad; lógicamente, se delectan muchas más apariciones en las magnitudes débiles que en las elevadas. En consecuencia, para ver el mayor número de meteoros se precisan noches totalmente negras y transparentes (visibles estrellas de 6^a magnitud) y, además, hay que esforzarse para intentar ver las apariciones más débiles.

El ojo humano es el único instrumento que se emplea para detectarlos. Hay que saber utilizarlo:

- La máxima sensibilidad a los objetos débiles se adquiere sólo después de 15 a 20 minutos de estar en la oscuridad completa. No puede verse, por lo tanto, el mayor número de meteoros si hay interrupciones «luminosas». Por ejemplo: si se encienden luces cercanas, si aparecen faros de coches, si se utilizan linternas blancas y potentes, etc.
- Los meteoros débiles suelen tener trayectorias cortas y, por lo tanto, breves. El ojo tarda unas décimas de segundo en reaccionar ante una aparición rápida (ecuación personal), con lo cual se da el caso de que una aparición dudosa no puede ser comprobada ya que la «orden» que el sistema nervioso envía al ojo para que la compruebe, llega tarde, es decir, llega cuando el meteoro ya ha desaparecido. En consecuencia, la atención que debe prestarse para ver meteoros débiles es muy superior a la exigida para ver los brillantes.
- La vista se fatiga y pierde sensibilidad o rapidez de reflejos. Es conveniente, por lo tanto, hacer pausas para descansar, procurando no entrar en ambientes iluminados a fin de evitar perder otros veinte minutos para adaptarse a la oscuridad.



hora en que se produce y un tanto por ciento igual a cero.

Se anota también la hora del **comienzo** y **final** de la observación, siempre en UT.

Pausas: cuando las circunstancias son demasiado malas o el observador se encuentra cansado, puede realizarse una pausa. Debe anotarse el momento en que comienza y finaliza cada pausa.

Magnitud límite: este factor proporciona la medida de la transparencia del cielo a lo largo de toda la observación. La magnitud límite se define como la magnitud de la estrella más débil visible a simple vista dentro del área de cielo que se observa. Los mapas celestes que acompañan al parte tienen marcadas varias zonas (numeradas del 1 al 30) y delimitadas por las estrellas que se señalan en la tabla II. El observador ha de escoger una o dos zonas de las delimitadas en los mapas (las que sean más cómodas por el número de estrellas que contengan) próximas a la zona de observación, y contar el número total de estrellas que se ven en el interior, sean de la magnitud que sean, incluyendo las de los vértices. Después para reducir los datos hay que emplear unas tablas que no se incluyen aquí. En el parte se anota la hora (en UT) en la que se calcula la magnitud límite, el número de la zona de cielo en la que se calcula (N°), y el número de estrellas contabilizadas (Lm)

La operación de determinar la magnitud límite se repetirá cada 30 minutos ya que la transparencia atmosférica varía en el transcurso de las horas, tanto por factores meteorológicos, como por iluminaciones urbanas o por la presencia de la Luna.

Obviamente la parte más importante que cumplimentar es la referente a la caída de los meteoros. Todo meteorito observado se indicará con un trazo recto sobre el mapa correspondiente a la zona

de cielo observada; se hace con la mayor precisión posible utilizando las estrellas próximas como referencia. Este trazo debe tener una flecha en un extremo que indique el sentido y un número de serie (comenzando por el 1 para el primero que se observe) que sirve para identificarlo de entre los demás en el parte. Aconsejamos que el número se coloque en el extremo de arranque del trazo recto para evitar posibles confusiones.

Es importante remarcar que son unos mapas celestes especiales, realizados por proyección gnomónica, de manera que son los únicos en los que la trayectoria del meteorito se puede representar mediante una línea recta (en los mapas convencionales el trazo debería ser curvo). Las constelaciones presentan una distorsión respecto a como las vemos directamente en el cielo, por lo que es conveniente familiarizarse con ellas antes de realizar una sesión.

En el parte de observación se anotan, para cada meteorito, los siguientes datos:

- N°** Número del meteorito anotado en el mapa celeste.
- UT** Momento de la aparición del meteorito. Hora, minuto y segundo. El reloj debe estar coordinado con las señales horarias (las que emite Radio Nacional de España son suficientemente precisas. En el caso de advertir un error en segundos, de adelanto o de retraso, se indicará en el apartado «Notas».
- M_v** Magnitud visual del meteorito. Se busca una estrella de brillo semejante y se mira en un atlas su magnitud (con la práctica se asignan las magnitudes de un modo sistemático). Para comparar los meteoritos más brillantes se utilizan planetas: Júpiter tiene una magnitud de -2, Venus de -4, la Luna llena tiene magnitud -12. La escala es logarítmica; así un meteorito

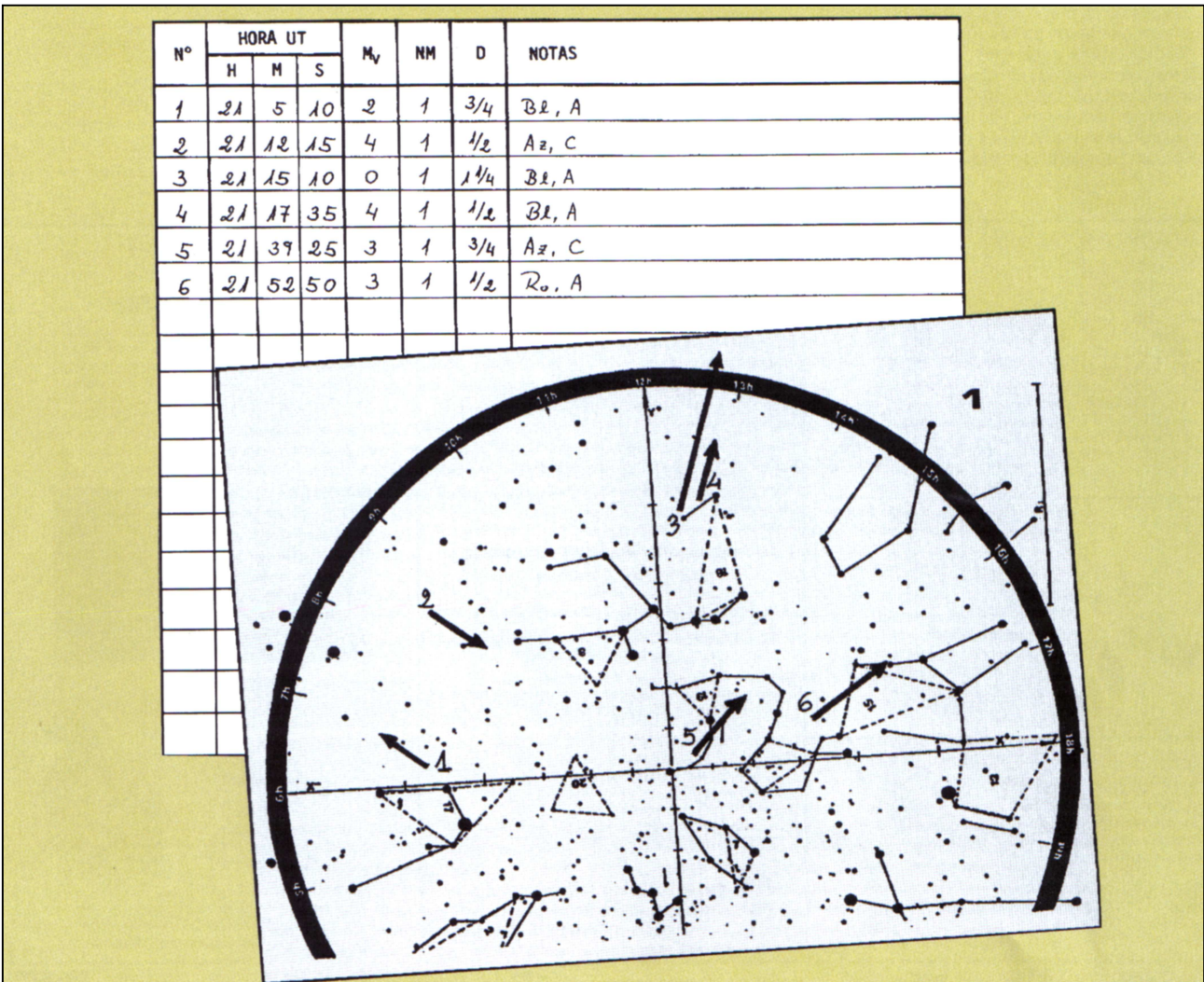


Figura 1. Reverso del parte de observaciones donde se anotan los datos de los meteoritos observados. Superpuesto hay uno de los mapas empleados para determinar la magnitud límite y para marcar las trayectorias. Datos imaginarios.



4 veces más brillante que Júpiter, será de magnitud -4 y no de -8 .

NM Número del mapa en el que se ha registrado el meteoro (número grande que hay en la parte superior derecha)

D Duración de la visibilidad del meteoro. Si es posible obtener valores aceptables, anotar la duración de la visibilidad del meteoro, aproximando hasta 1/4 de segundo. Suele ser entre 0,2 a 0,5 segundos. Es extraño que un meteoro sea visible más de 2 segundos (excepto bólidos).

Notas - Datos que deben indicarse en este apartado:

- Duración de la cola o estela del meteoro, aproximando hasta 1/4 de segundo. Sólo un 50% de meteoros brillantes dejan cola, que no hay que confundir con la imagen persistente que deja el meteoro en la retina. Suelen ser muy raras las colas de gran persistencia pues los vientos de la atmósfera las dispersan. Un método útil para calcular la duración de las colas es decir rápidamente: uno, dos, tres, **uno**; uno, dos, tres, **dos**; uno, dos, tres, **tres**; etc. Los números en negrita son el número de segundos transcurridos desde que se empieza a contar.
- El color del meteoro, usando las abreviaturas indicadas en el parte.
- Cualquier otra apreciación sobre la velocidad o el trayecto.
- Una estimación de la fiabilidad de la observación. Anotando **A** para las observaciones de primera clase, **C** si el meteoro se vio por el rabillo del ojo, y **B** para los demás casos.

Todos estos datos a anotar, que pueden parecer excesivos para una impresión que dura tan poco tiempo, con la práctica llegan a realizarse con relativa facilidad. Evidentemente es necesario que el observador de meteoros tenga puesta toda su atención en el firmamento.

Los partes y los mapas deben solicitarse a la secretaría de la Agrupación. A todos los observadores que lo soliciten se les remite la colección de 18 mapas diseñados especialmente para este trabajo. Esta colección debe guardarse como original para obtener fotocopias que son las que se utilizan para anotar los meteoros.

Observaciones simplificadas

Ya se ha dicho que el medio más importante para estudiar la densidad de los enjambres meteóricos es la estadística confeccionada a base de contabilizar el número de apariciones en periodos de tiempo determinados. En consecuencia, una sesión de observación se simplifica en gran manera si sólo se contabilizan las apariciones de un determinado radiante (distinguiendo los meteoros que no sean del enjambre que se estudia) y determinando la magnitud. A pesar de la simplificación, el interés de los resultados es asimismo muy alto.

La contabilización puede realizarse sin la necesidad de ir tomando nota de las trayectorias, ya que se centra tan sólo en un determinado enjambre. El observador debe saber donde está el punto radiante y, con ello, ir tomando nota de los meteoros que ve con trayectorias procedentes de tal punto, indicando la magnitud de cada uno de ellos. Esto permite estar durante todo el tiempo vigi-lando el firmamento al no tener que desviar la vista para dibujar las trayectorias en la carta o para apuntar múltiples datos.

Cuando sólo se contabilizan las apariciones debe prepararse la sesión exactamente igual a como se explica en el caso anterior. Debe anotarse en el parte la fecha, el lugar y sus coordenadas geográficas (latitud, longitud y altura), los factores geográficos (porción de cielo observado), la nubosidad, la hora de comienzo y final de la observación en UT, las pausas que se realicen y la magnitud límite. Este último valor es muy importante y debe ponerse especial cuidado en determinarlo, repitiéndolo cada 30 minutos.

La contabilización se refiere a anotar el número de meteoros de un determinado enjambre observados en periodos regulares de tiempo. Lo ideal es hacerlo en periodos de 15 minutos, ya que a partir de ahí puede inferirse la densidad por hora, pero no podría ser a la inversa. Este tipo de observaciones es ideal para determinar la densidad de enjambres conocidos, como, p.e., las Perseidas en agosto, las Leónidas en noviembre, etc. Además, si la densidad es alta (una «lluvia de estrellas») es el único método que permite

Tabla II. Límites de las áreas en las cartas

Nº area	Estrellas de las esquinas	Nº area	Estrellas de las esquinas
1	χ, ζ, δ, ξ Dra	16	α CVn, ϵ, η UMa
2	β, δ, ζ Per	17	ϵ, θ, δ Aur
3	$23, \theta, \beta$ UMa	18	μ, γ, ϕ And
4	α, ϵ, β Gem	19	κ, α Dra, β UMi
5	ζ, γ, δ Aql	20	$42, \beta, \gamma$ Cam
6	α And, γ, α Peg	21	α PsA, $98, \delta$ Aqr
7	α, β, δ Cep	22	β Lep, β Ori, 53 Eri
8	α, β, ζ Tau	23	$\delta, \gamma, \epsilon, \beta$ Crv
9	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ Leo	24	$\beta, \gamma, \sigma, \alpha$ Lib
10	α, ζ, γ Vir	25	α, ϵ Sco, χ Lup
11	α CrB, γ, α Boo	26	γ, α TrA, η Ara, α Cen
12	α Ser, β Lib, δ Oph	27	β Cen, α, γ Cru
13	β, ζ Lyr, θ, ν Her	28	β, ϵ, ι Car
14	ϵ, η, γ Cyg	29	γ, α, β Hyd
15	β Dra, τ, π Her	30	α Tuc, α, ϵ Pav

obtener una cifra relativamente aproximada del número de apariciones. Naturalmente, los valores conseguidos durante toda una noche, con mediciones cada cuarto de hora, permiten obtener la curva de la intensidad y determinar el momento en que se ha producido el máximo.

Hay observadores que utilizan un magnetofón para grabar con su voz las notificaciones de cada observación y su hora; de esta forma no tienen que desviar la vista hacia ningún papel. Otra posibilidad es disponer de un ayudante que tome notas.

Después de la sesión de observación

Inmediatamente después de finalizar una sesión debe comprobarse que se hayan anotado todos los datos correctamente y debe completarse el parte con los que falten (p.e., las coordenadas geográficas)

Quienes coordinan este tema en la Agrupación o en el organismo internacional (International Meteors Observers, IMO) siempre agradecen sumamente que se les remitan en lo posible las observaciones reducidas. De esta forma el esfuerzo queda repartido.

El objetivo final del trabajo no es conocer la cifra que se obtiene con la simple contabilización de los meteoros. Esta cifra está sujeta a múltiples factores que hacen imposible su comparación con las obtenidas por otros observadores. Es preciso estandarizar los resultados para poder compararlos entre sí.

Debe determinarse el factor de cielo cubierto y la magnitud límite para corregir el número de apariciones observadas de modo que tal número sea equivalente al que se habría detectado si se pudiera observar el 100% de la bóveda celeste con magnitud límite 6.

Determinación del enjambre

En observaciones donde se registran meteoros de diversos enjambres, hace falta dirimir con seguridad a que enjambre pertenece cada uno de ellos. Debe prolongarse hacia atrás cada una de las trayectorias dibujadas en los mapas u observadas y ver en que punto convergen; en ello se advierte que es muy importante anotar las trayectorias con sumo cuidado.

Los enjambres principales se identifican fácilmente sabiendo las coordenadas del punto radiante. Pueden consultarse estas coordenadas en la monografía «Datos y parámetros astronómicos. El Sistema Solar» publicada por la Agrupación (núm. 113, noviembre 1993, página 18). Para radianes secundarios es preciso disponer de un catálogo mucho más completo como, por ejemplo, el que se encuentra accesible en:

<ftp://ftp.imo.net/pub/data/vmdb/vmdbrad.txt>

Cuando el meteoro no se identifica con ningún radiante conocido se supone que es esporádico, en cuyo caso se indica con una S (de «sporadic»)