

# EL EXTRAORDINARIO BÓLIDO DEL 27 DE ENERO DE 2003

De su observación a la caza  
de sus fragmentos

*Francisco J. Gálvez Fernández, Alberto Javier Castro-Tirado,  
Josep M. Trigo Rodríguez, Jordi Llorca Piqué,  
Antonio de Ugarte Postigo y Tomás de J. Mateo Sanguino*

*El pasado 27 de enero, miles de personas de la mitad Sur de la Península Ibérica y del Norte de África fueron testigos de excepción de un espectáculo celeste que pocas veces se prodiga en los cielos, la caída de un gran bólido.*

La hora y el día fueron propicios para ello, aproximadamente las nueve menos diez de la noche hora local de un lunes, momento en el que muchos trabajadores vuelven a casa tras una larga jornada laboral. Sin previo aviso, un objeto resplandeciente rasga el cielo con su brillo y lo ilumina completamente durante un par de segundos, el tiempo suficiente para que, como por reflejo, gran parte de los que están conduciendo de vuelta a casa o esperando el autobús sentados en la parada levanten la vista y contemplen la deriva de este objeto tan luminoso, capaz de producir sombras incluso de las pequeñas nubes atmosféricas.

En el mundo de los meteoros, los bólidos tienen una magia especial. En primer lugar son fenómenos muy luminosos, motivo por el que en muchas culturas se les conocen como «bolas de fuego». Por otro lado no se prodigan demasiado, y por último son totalmente imprevisibles en el tiempo. Es cierto que si sales muchas noches de observación y, sobre todo, cuando se hallan activas algunas de las lluvias que jalonan el año, tendrás más posibilidades de observar un bólido más o menos brillante, y es por ello que la mayoría de los que se dedican a la Astronomía por profesión o por afición tienen en su haber el ser testigo de algunos. Pero para aquellos que la Astronomía es poco más que titulares de prensa, presenciar un bólido como el del pasado 27 de enero les impactó enormemente, pues ser testigos de tamaño espectáculo no entraba dentro del esquema de lo presumible. Así, es lógico que el primer pensamiento de muchos de estos observadores circunstanciales estuviese influenciado por las películas de ficción y las noticias de actualidad, por ejemplo. Aunque la mayoría achacaron el evento a sucesos más habituales como reentradas de artefactos espaciales, tormentas eléctricas, bengalas y cohetes pirotécnicos, o simplemente a la «caída» de un gran meteorito como en realidad sucedió. Pero tras el apaciguamiento de los cielos, todo lo que quedaba era la necesidad de saber qué es lo que había ocurrido en realidad, por lo que a los pocos minutos, las centralitas telefónicas de los principales diarios de las zonas «afectadas» fueron colapsadas por multitud de llamadas de testigos solicitando información o comunicando la observación de un extraño fenómeno en el cielo. Como respuesta, estos diarios buscaron de inmediato información llamando telefónicamente a centros meteorológicos y cuerpos de seguridad del estado y policía locales, y más atinadamente, a centros astronómicos y sociedades astronómicas locales. Así, el mismo lunes por la noche y antes del cierre, el diario *Sur* de Málaga contactó con el Dr. Alberto J. Castro-Tirado, del Instituto de Astrofísica de Andalucía y miembro de la Red de Investigación sobre Bólidos y Meteoritos (SPMN) y de la Sociedad Malagueña de Astronomía, que les dio una información preliminar de lo acontecido.

Un testigo de excepción fue Francisco J. Gálvez Fernández, miembro de la Sociedad Malagueña de Astronomía (SMA) y codirector del proyecto HELIES, que se hallaba probando un nuevo telescopio adquirido para dicho proyecto en la sede de la SMA en

compañía de los profesores de Secundaria adscritos al proyecto, Gregorio Chamorro, Francisco Coronado y Begoña García, testigos también de lo acontecido. La visión para ellos fue inmejorable pues se hallaban observando diferentes objetos de cielo profundo en la zona de Canis Maior y Orion, región del cielo por el que pasó el bólido. Su conocimiento del cielo y la disponibilidad en la sede de mapas celestes detallados permitió tomar los datos básicos y precisos, necesarios para un posterior análisis por parte de los miembros de la Red de Investigación Sobre Bólidos y Meteoritos. El bólido en sí era de color azul-verdoso con trazos anaranjados, al igual que la estela dejada, que desapareció rápidamente. No pudo oírse ninguna explosión, pero sí se observaron como dos fuertes fulguraciones en su lento recorrido por el cielo que visiblemente duró apenas dos segundos. La velocidad angular fue calificada de lenta, pues se hallaba en un rango entre 5-10 grados por segundo. Dada la distancia angular a la que el bólido apareció respecto a su punto radiante, esa estimación permite apuntar que la velocidad del objeto a su entrada a la atmósfera fue de  $25 \pm 5$  km/s. Las coordenadas ecuatoriales de inicio y fin de la trayectoria observada desde Málaga capital fueron  $7^h 20^m$  y  $-16^\circ$ , y  $6^h 45^m$  y  $-32^\circ$ , respectivamente, comenzando su trayectoria cerca de los cúmulos abiertos M 46 y M 47, para atravesar después la cola de Canis Maior cerca de la estrella Adhara y acabar próxima a  $\kappa$  Canis Majoris. Lo más difícil fue estimar su luminosidad, pues al ser tan brillante no se puede comparar fácilmente con objetos celestes «puntuales» como una estrella o el mismo planeta Venus. Luego se vería que la estimación visual estaba muy por debajo de la realidad.

Francisco José Montalbán Rodríguez, de la Agrupación Murciana de Astronomía, fue también testigo de excepción del brillante bólido. Se encontraba en Alhama de Murcia, donde el bólido apareció a poco más de  $15^\circ$  sobre el horizonte, y rápidamente se puso en contacto con los miembros de la Red SPMN para proporcionar una trayectoria aproximada del brillante meteorito, visto desde allí sobre la constelación de Cetus. Con estos datos adicionales sobre la trayectoria, los Dres. Josep María Trigo y Jordi Llorca, de la Red de Investigación Sobre Bólidos y Meteoritos, entraron en acción recopilando toda la información disponible por parte de testigos, autoridades, otros participantes de la Red, y de los centros de investigación astronómicas que pudieron observar directa o indirectamente la caída del bólido. Desde la SPMN se desarrolló una campaña de información a la prensa con un doble interés; por un lado, la propia de información y divulgación y por otro, la de redirigir hacia la Red posibles fuentes de información como imágenes captadas por cámaras de seguridad o fotografías casuales, muy útiles a la hora de aportar información precisa a la observación. A partir de estos datos iniciales comenzaron a elaborar las primeras previsiones sobre su trayectoria, masa y origen del bólido, al igual que la zona de caída de posibles restos, que se situó aproximadamente en la frontera entre Marruecos y Argelia.

*En la página 22:  
La imagen del bólido del  
27 de enero de 2003,  
recogida por la cámara  
ASM de todo el cielo del  
observatorio robótico  
BOOTES-1, en el Centro  
de Experimentación del  
Arenosillo del Instituto  
Nacional de Técnica  
Aerospacial en Mazagón  
(Huelva). En el recuadro,  
la imagen obtenida de  
manera fortuita por una  
segunda cámara con  
16 x 11 grados de campo.  
(BOOTES, INTA-CSIC)*

Figura 1. Parte de la imagen de 45 segundos de exposición obtenida por la cámara ASM de todo el cielo de BOOTES-1 en el INTA-CEDEA cerca de Mazagón (Huelva), antes (arriba) y durante (abajo) el fenómeno, próximo al horizonte sudeste. Sin filtro. (BOOTES, INTA-CSIC)



Merece una mención especial el interés de la ciudadanía a la hora de colaborar aportando información variada, incluso la de sus vivencias. En la sede de la SMA, que contribuyó con la Red en la recogida de datos en la provincia de Málaga, se contabilizaron en varias docenas el número de llamadas telefónicas y correos electrónicos que se recibieron, estando los teléfonos facilitados a la prensa prácticamente ocupados en todo momento durante un par de días. La SPMN recibió varias decenas de correos electrónicos conteniendo descripciones, esquemas y dibujos, incluso de otros bólidos observados.

La gran sorpresa no se dejó esperar. La cámara ASM (una CCD acoplada a un objetivo gran angular sin filtro alguno para captar imágenes «de todo el cielo») que trabaja autónomamente durante toda la

noche en el observatorio robótico BOOTES-1 en el Centro de Experimentación del Arenosillo del INTA en Huelva, para la detección de fuentes transitorias ópticas en su relación con las explosiones cósmicas de rayos gamma (GRB), o los mismos bólidos entre otros, ha capturado la imagen del bólido protagonista de este artículo en todo su esplendor (ver página 22). De hecho, fue avistado desde el propio INTA por Isidro Rodríguez Sarmiento surcando el cielo tras los pinos del entorno natural de Doñana. Una consecuencia observable de su gran brillo es que los electrones generados por la imagen han saturado los píxeles correspondientes en el chip, desbordándose e inundando píxeles contiguos en las mismas columnas (Figura 1). También ha sido posible ver la fragmentación del bólido en uno de los reflejos producidos por

la lente de la cámara ASM (Figura 2). La fantástica imagen lo dice todo.

Pero no acaba ahí la cosa: otra de las cámaras de BOOTES-1, concretamente la cámara de campo de  $16^\circ \times 11^\circ$  con un filtro I de Johnson (centrado a  $9.000 \text{ \AA}$ ), se encontraba tomando imágenes de la misma región del cielo, e igualmente ha detectado la primera parte de la entrada en la atmósfera del bólido, con mucha mayor sensibilidad y resolución espacial (Figura 3), lo que ha permitido determinar el tramo inicial de su trayectoria aparente en la bóveda celeste con una precisión de segundos de arco.

Por ello, junto con la observación realizada desde la Sociedad Malagueña de Astronomía y la obtenida por la Agrupación Astronómica de Murcia, el Dr. Josep María Trigo reconstruyó la trayectoria del bólido denominado SPMN 030101 (SPMN corresponde al acrónimo inglés *Spanish Photographic Meteor Network* y 030101 al número de orden en el catálogo de esta red de investigación). Desdichadamente, la ausencia de datos precisos sobre la duración exacta del evento, que se hubiera obtenido empleando por ejemplo un obturador rotativo o una filmación en vídeo del bólido, hizo imposible determinar la velocidad exacta del bólido a su entrada en la atmósfera, lo que a la postre impidió determinar su órbita exacta en el Sistema Solar.

### INFORMACIÓN ADICIONAL EXTRAÍDA DE LOS MODELOS DE ENTRADA DEL BÓLIDO

A partir de un modelo físico en donde se consideraba el ángulo cenital de  $65^\circ$  extraído de las observaciones, y variando la masa y densidad del objeto y su velocidad geocéntrica de entrada a la atmósfera, el Dr. Josep María Trigo ha obtenido información adicional de gran valor sobre este evento. A partir de la fotometría del bólido en ambas imágenes podemos observar en la Figura 4 que el mejor ajuste se obtiene para una densidad del objeto de unos  $2 \text{ g/cm}^3$  y una velocidad geocéntrica entre 25 y 30 km/s. A partir de esos datos puede estimarse que la masa del objeto fue de  $1.500 \pm 700 \text{ kg}$ . De la astrometría de las imágenes de la cámara de campo estrecho y las observaciones visuales recopiladas, el radiante se sitúa en  $AR=119^\circ \pm 1^\circ$  y  $DEC=+1^\circ \pm 1^\circ$ , es decir en la constelación del Can Menor (véase Figura 5). El tiempo de vida de esta «bola de fuego» en la atmósfera terrestre es de unos 8 segundos, aunque los primeros pasaron desapercibidos para todo el mundo excepto para las cámaras de campo estrecho de BOOTES, que lo registraron cuando apenas poseía magnitud 0. La mayoría de observadores contemplaron el bólido a partir de la mitad de su recorrido, cuando ya su luminosidad superó la magnitud  $-4$  y, por tanto, se podía evidenciar que se trataba de un bólido, cuya máxima fulguración ocurrió a las 19h50m36s  $\pm 1$ s. TU. La trayectoria del bólido proyectada en el suelo sigue una dirección Este-Oeste casi paralela a la costa marroquí-argelina cercana a Melilla (ver Figura 6), ciudad en la que se centra la posible zona de caída de restos en forma de meteoritos. Aunque la imagen indica el gran brillo del bólido, existe una estimación



Figura 2. A pesar de que la imagen del meteoro aparece saturada, un reflejo producido por la óptica de la lente de la cámara ASM permite «ver» de manera fidedigna la fragmentación del bólido tras su entrada en la atmósfera terrestre. (BOOTES, INTA-CSIC)

indirecta más precisa y fiable de su magnitud en el momento en que sufrió la principal ablación del material. Esta estimación vino de mano de astrónomos del Instituto de Astrofísica de Andalucía, los Dres. Eloy Rodríguez y Pedro Amado, que se hallaban realizando fotometría de la estrella Y Camelopardalis mediante cuatro filtros Strömgren en bandas UBVY (centrados en  $3.505, 4.110, 4.685$  y  $5.488 \text{ \AA}$ , respectivamente) en un campo de 45 segundos de arco. Observaron como en una de las tomas, el fondo del cielo se iluminó fuertemente, obteniéndose datos precisos de este incremento. A partir de este momento realizaron diversas tomas de un segundo de integración utilizando los mismos medios y con diferentes fases de la Luna, teniendo en cuenta la distancia angular y la altitud, lo que permitió estimar la magnitud absoluta del bólido en  $-17 \pm 1$ . Esa sería la luminosidad del bólido visto desde 100 kilómetros de distancia, pero los observadores andaluces mejor situados se encontraban a distancias entre 400 y 500 kilómetros del bólido, lo que a la postre redujo en unas cuatro magnitudes la luminosidad aparente del bólido. Bólidos con magnitud absoluta igual o inferior a  $-17$  ( $\approx 100$  veces más brillante que la Luna Llena!) suelen catalogarse como superbólidos, por lo que podemos afirmar, sin lugar a dudas, que se trató de uno de los más brillantes registrados desde España hasta la fecha.

Basándose en los datos recopilados, es posible aproximar una órbita del meteoróide aunque, eso sí, expuesta a un considerable error dada la gran incertidumbre en la velocidad geocéntrica. Pese a ello indicamos en la tabla 1 los valores aproximados obtenidos. Como se aprecia en la Figura 7, las órbitas ajustadas

Figura 3. Imagen del bólido obtenida de manera fortuita por la cámara de 16° x 11° de campo (dotada de un filtro I de Johnson), justo antes (arriba) y durante el bólido, recogido en el comienzo de su trayectoria por la susodicha cámara. La exposición es de 180 segundos. Nótese como se produce la espectacular iluminación de los distantes cirros situados tras el bólido. (BOOTES, INTA-CSIC)



parecen indicar una procedencia del meteoróide progenitor en el Cinturón Principal de asteroides. Eso también viene corroborado por su baja inclinación. De las órbitas también se extrae una interesante información. Como se aprecia, la órbita generada para una velocidad geocéntrica de 25 km/s sitúa el afelio de su órbita muy

próximo a la órbita de Júpiter, lo que a primera vista parece bastante improbable dadas las perturbaciones jovianas a las que estaría sometido. Por ello, resulta razonable pensar que su velocidad geocéntrica fuera ligeramente inferior a la deducida de observaciones visuales. Ante la total ausencia de registros en vídeo

del bólido, en la actualidad se ha solicitado al Dr. Peter Brown (Univ. Western Ontario, Canadá), confirmación de la detección de este evento en las imágenes de monitorización atmosférica realizada por los satélites de la USAF (United States Air Force) americana, quizás la última oportunidad para conocer la velocidad exacta del meteoróide a su entrada en la atmósfera.

Pero las sorpresas durante nuestra investigación fueron muchas. Poco después de la observación del bólido, un vecino de la localidad de Nador, ciudad marroquí vecina de Melilla, se puso en contacto mediante correo electrónico con el Dr. Jordi Llorca para informarle de que tiene a su disposición un posible resto del bólido que cayó sobre el tejado de su casa, adjuntando además una fotografía digital del mismo (Figura 8). El aspecto externo del ejemplar se corresponde con el de un meteorito de tipo rocoso con corteza de fusión. Desdichadamente, ha sido hasta el momento imposible analizar ese fragmento pese al interés despertado, por lo que no puede concluirse que cayesen fragmentos del meteorito en Marruecos. No descartamos en el futuro una búsqueda exhaustiva de posibles fragmentos, en donde cabe destacar la labor que hasta la fecha ha realizado Antonio Escalona, vicepresidente de la Agrupación Astronómica de

Datos de la Trayectoria	
Altura de inicio (Km)	99
Altura final (Km)	>60
Magnitud Absoluta	-17 ± 1
Velocidad geocéntrica (km/s)	22 ± 5
Radiante geocéntrico (2.000,00)	$\alpha=121,3 \pm 1,7^\circ$ $\delta=-1,9 \pm 1,5^\circ$
Ángulo cenital ( $z_R$ )	65°

Elementos orbitales (2.000,00)	
Semieje mayor (U.A.)	2,7 ± 2,4
Excentricidad	0,75 ± 0,24
Distancia al perihelio (U.A)	0,66 ± 0,04
Argumento del perihelio (°)	77 ± 4
Nodo ascendente (°)	127,4248 ± 0,0003
Inclinación (°)	15 ± 3

Tabla 1. Datos de la trayectoria y los elementos orbitales del superbólido SPMN 030101.

De arriba a abajo y de izquierda a derecha:

Figura 4. Fotometría del bólido comparada a la magnitud derivada del modelo, dependiendo de la velocidad geocéntrica y densidad del bólido. (J. M. Trigo/SPMN)

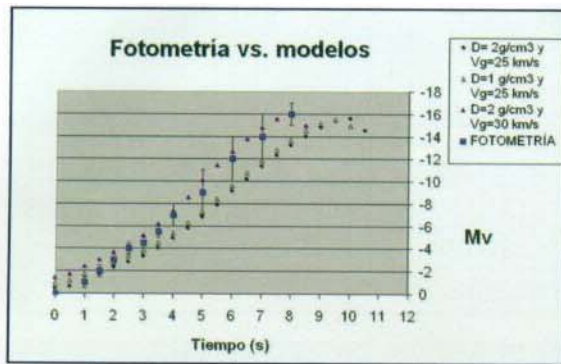


Figura 5. Trayectorias aparentes del bólido desde El Arenosillo (1) y Málaga (2) que permiten definir el radiante en Can Menor. (J. M. Trigo/SPMN)

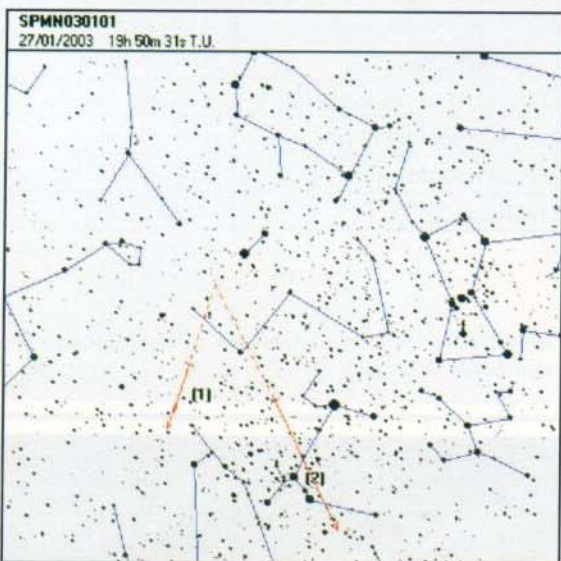


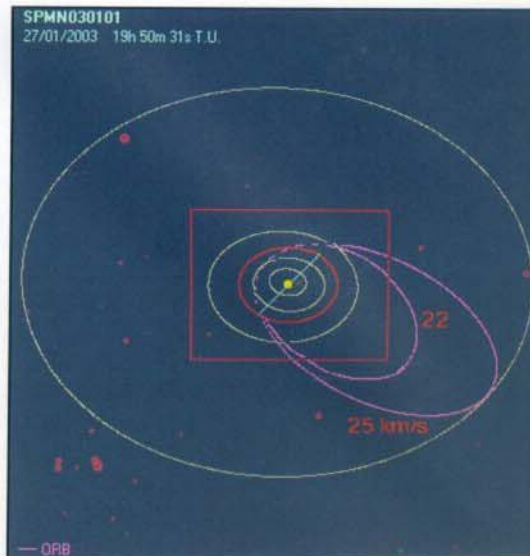
Figura 6. Proyección en el suelo de la trayectoria del bólido. Sobrevoló regiones muy pobladas de Argelia y Marruecos, finalizando muy próximo a Melilla. (J. M. Trigo/SPMN)

Figura 7. Órbitas posibles del meteoróide progenitor del superbólido para velocidades geocéntricas de 22 y 25 km/s. De ellas parece deducirse claramente su origen en el cinturón principal de asteroides, como suele ser común en meteoroides de grandes dimensiones que interceptan la órbita terrestre (en rojo). La órbita más externa es la del planeta Júpiter. (J. M. Trigo/SPMN)



Figura 8. Imagen del fragmento encontrado en Nador (J. Llorca/SPMN). A pesar de la baja resolución de la imagen, su tonalidad oscura permite sugerir la presencia de una corteza de fusión externa que podría indicar su origen meteorítico. También las características del bólido apuntarían un origen condritico para el meteoróide progenitor. (J. M. Trigo/SPMN)

Melilla Rusadir, que está colaborando activamente desde esa ciudad en la búsqueda de testigos visuales del evento, en obtener información sobre posibles fragmentos y filmaciones casuales de las cámaras de seguridad situadas en diversos organismos de Melilla. Miembros de la Red de Investigación sobre Bólidos y Meteoritos continúan trabajando en este fascinante evento, y quién sabe que sorpresas aún han de llegar. **A**



**Observatorio Astronómico Robótico BOOTES**  
[www.laeff.esa.es/BOOTES](http://www.laeff.esa.es/BOOTES)  
**Red de Investigación sobre Bólidos y Meteoritos (SPMN):** [www.spmn.uji.es](http://www.spmn.uji.es)  
**Sociedad Malagueña de Astronomía (SMA):**  
[www.astromalaga.org](http://www.astromalaga.org)

**Francisco J. Gálvez Fernández** es licenciado en Matemáticas y Vicepresidente de la Sociedad Malagueña de Astronomía.

**Alberto Javier Castro Tirado** es científico titular del IAA-CSIC e investigador principal de BOOTES.

**Josep M. Trigo Rodríguez** es investigador posdoctoral del *Institute of Geophysics and Planetary Physics* Universidad de California en Los Angeles, EE UU.

**Jordi Llorca Piqué**, pertenece al Institut d'Estudis Espacials de Catalunya y al Departamento de Química Inorgánica de la Universitat de Barcelona.

**Antonio de Ugarte Postigo** es licenciado en Física y doctorando en el IAA-CSIC.

**Tomás de J. Mateo Sanguino** es ingeniero superior en electrónica, IAA-CSIC, y CEDEA-INTA.