

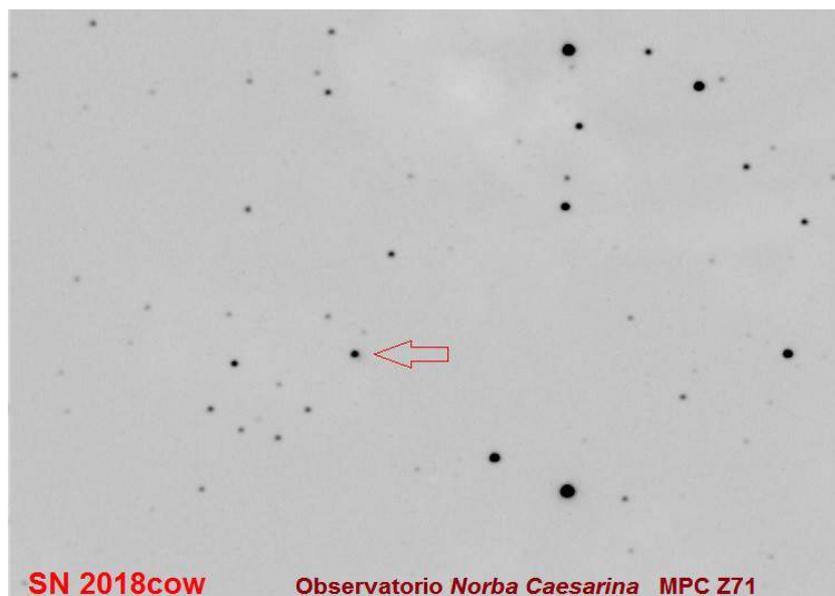
ESTUDIO FOTOMÉTRICO DE AT 2018cow LA SUPERNOVA “VACA VERDE”

FRANCISCO VIOLAT BORDONAU
Observatorio Norba Caesarina (MPC Z71)
Asesores Astronómicos Cacereños, fviolat@yahoo.es

Resumen. Hace exactamente dos años (julio de 2016) publicamos un estudio de la supernova SN 2016csm que dio bastante de hablar por su rareza (al final resultó ser una nova enana desconocida en erupción, no una supernova): en esta ocasión relataré las aventuras de SN 2016cow “la vaca”, que no se quedó atrás por la cantidad de especulaciones, rumores y suposiciones que la rodearon hasta que fue confirmada.

Aprovechando la aparición de la supernova SN 2016csm, en junio de 2016, varios buscadores de supernovas comprobamos que podíamos emplear la rapidez de los foros y medios electrónicos, de modo que pusimos punto un sistema de aviso que nos permitía saber (con mucha velocidad) dónde y cuándo aparecían novas o supernovas interesantes. La historia de la supernova “vaca” (a la que bauticé así por ser tan “rara como una vaca verde” y llamarse *cow*), comenzó el día 17 de junio de 2018 con un mensaje enviado por Juan Luis González Carballo al Grupo de Observadores de Supernovas (ObsN), de Facebook, al cual pertenezco. En él nos comentaba la aparición de una posible supernova descubierta por el equipo ATLAS (que consta de dos telescopios gemelos de 50 cm instalados en Haleakala y Mauna Loa, Hawai), ubicado en la pequeña galaxia PGC 57660 (magnitud 15.9, $z = 0.014145$, situada a unos 60 Mpc), así como su posición (α : 16h 16m 00.22s y δ : +22° 16' 04.8”) y su magnitud cuando la descubrieron: 14.76 ± 0.10 .

Pese a la gruesa capa de polvo en suspensión en la madrugada del 18 de junio me lancé sobre la presa en cuanto se puso a tiro, cerca de las cuatro de la madrugada hora local: la zona no me era conocida pero utilizando los servicios de SIMBAD y *Aladin Sky Atlas* elaboré una secuencia fotométrica (basada en las magnitudes APASS-DR9, empleadas en otros estudios fotométricos anteriores con total fiabilidad)¹ que podría serme de utilidad.



Una vez situado el campo de visión en la zona tomé una primera imagen (junto a estas líneas) para comprobar qué había por allí. ¡Sorpresa! En la zona lucía una “estrella” de magnitud $\sim 13.6 V$; procesando la imagen de brillo y contraste incluso me pareció observar un atisbo de *neblina*: se trataba de la diminuta y lejana galaxia PGC 57660. En las imágenes anteriores disponibles sólo se veía una débil galaxia espiral, bonita pero pequeña, ya que se trata de un objeto muy distante.

¹ Por ejemplo la campaña fotométrica realizada en doce -de las catorce- variables conocidas en el cúmulo globular Messier 56, de la Lira, a lo largo del año 2017.

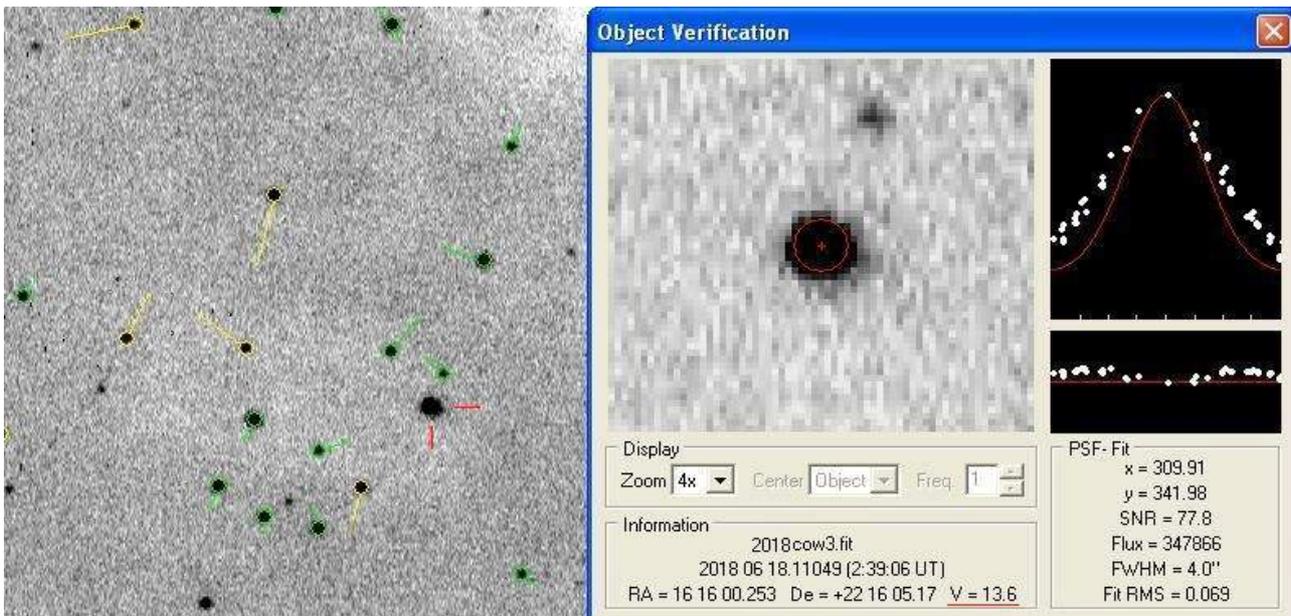


Figura 2. Determinación de la posición y magnitud del objeto AT 2018cow con el programa *Astrometrica*.

De inmediato tomé imágenes (en luz integral) con exposiciones de 30, 60 y 120 segundos para disponer de un amplio rango dinámico con el que poder procesar la supernova. El objeto perdió altura enseguida, terminé la sesión y analicé las imágenes con el programa *Astrometrica* para determinar la posición y el brillo; en la Figura 2 podemos ver que se situaba en la posición α : 16h 16m 00.25s y δ : +22° 16' 05.17": el objeto, de magnitud 13.6 *V*, coincidía con la posición esperada. Procesé las imágenes y a las 03:23 de esa madrugada subí a Internet mis primeras imágenes; en una de ellas (Figura 3) podía apreciarse una tímida *nebulosidad* a un lado del objeto: la galaxia.

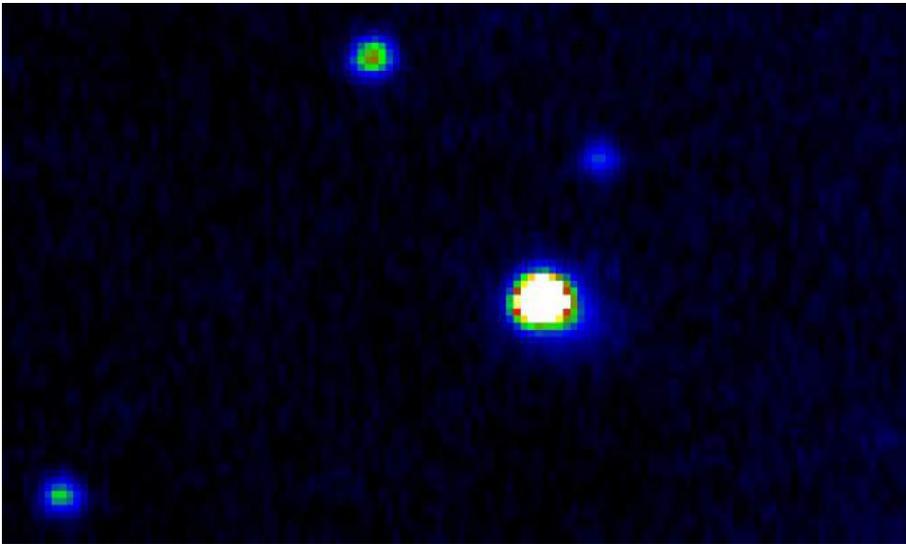


Figura 3. Ampliación de una imagen del objeto AT 2018cow. Al procesar el brillo y contraste se puede apreciar una “neblina” (ovalada) en la parte inferior derecha de la explosión: es la galaxia PGC 57660.

El objeto no había sido clasificado todavía (¿nova eruptiva?, ¿GRB?, ¿supernova?) ya que era preciso tener espectros del mismo y nadie los había tomado hasta ese momento. Durante la siguiente madrugada, 19 de junio, capturé algunas imágenes (había perdido un poco de brillo) además de varios espectros; empleando un telescopio de sólo 20 cm de abertura no es fácil obtener uno de calidad de un objeto de magnitud superior a la 12 *V*: pese a todo, alargando los tiempos de exposición, pude tomar varios (Figura 4); al obtener su *Distribución Espectral de Energía* (S.E.D.) comprobé que era un objeto muy azul con un perfil muy asimétrico.

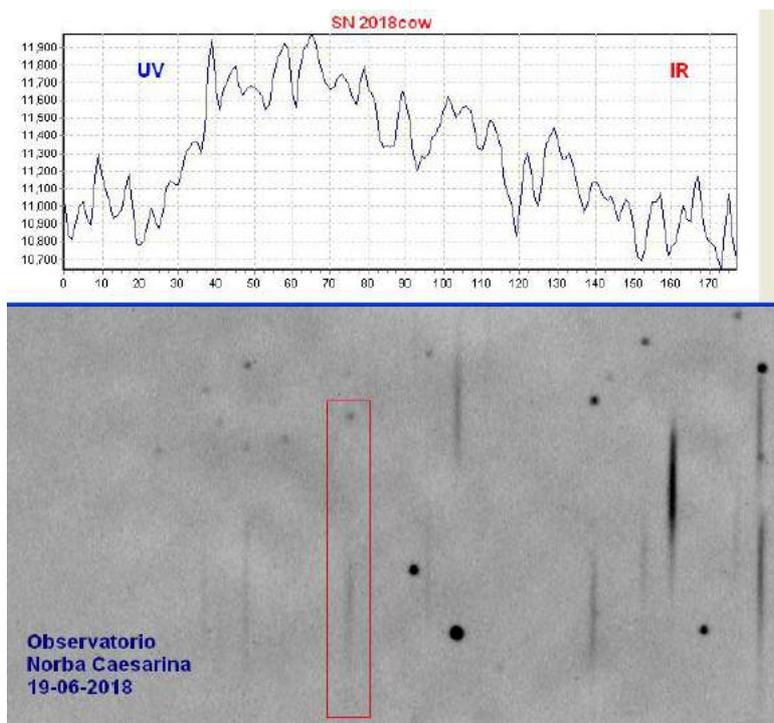


Figura 4. La Distribución Espectral de la Energía, panel superior, y espectrogramas de algunas estrellas de la zona (panel inferior). En el primero de ellos hemos marcado con la abreviatura UV el sector que corresponde al ultravioleta cercano y con IR el del infrarrojo cercano: el máximo de energía aparece en la zona azul. En el panel inferior, por su parte, podemos ver como *tiras verticales* los espectrogramas de una decena de estrellas: el de la supernova aparece dentro de un rectángulo rojo.

Analizando en profundidad los espectros y el perfil espectral² comprobé que el objeto era realmente muy azul; no se apreciaban líneas de emisión (por ejemplo las del Hidrógeno), ya que era muy débil para mi equipo (un catadióptrico de 203 mm) pero sí destacaba mucho su asimetría, con el máximo en el azul, lo que confirmaban mis sospechas: era una supernova. La falta de espectros profesionales impedía la clasificación del objeto: ¿era una nova enana en erupción? ¿Era realmente una supernova situada a la misma distancia que PGC 56770? Yo lo tenía muy claro por:

a) su posición coincidía plenamente con la de la galaxia: siendo ésta un minúsculo *manchón* de menos de 20" en su eje mayor la probabilidad de superposición casual era reducida; no nula, pero sí muy reducida. Para mí el objeto estaba *en* la galaxia y no *delante* de la misma.

b) de mis imágenes BVR_C se deducía que era azul, muy azul y (por tanto) un astro caliente.

c) mis espectros indicaban que su máximo estaba situado en la zona azul, lo que confirmaba el color obtenido de los filtros BVR_C .

d) todo el conjunto le daba al objeto el aspecto de ser más raro que una “vaca verde”.

El día 20 González Carballo reflexionaba en el grupo sobre la posible naturaleza el objeto y nos aclaraba las distintas ideas, a la vez que esta lectura nos animaba a continuar trabajando con entusiasmo -pese al calor del verano y al polvillo en suspensión- por si estábamos ante un objeto poco común. Durante los días siguientes los demás compañeros continuaron tomando imágenes y mediciones de brillo: la fotometría filtrada de Ramón Naves confirmó algunos de los puntos que yo tenía claro, a la vez que las imágenes de todos ellos confirmaban la caída de brillo. Habíamos asistido a un estallido, un máximo y ahora estudiábamos su rápida caída.

En la madrugada del 21 mis imágenes mostraban la pérdida de brillo del objeto (Figura 5): tras haberle capturado en su máximo ahora medíamos, hora a hora y noche a noche, la magnitud de la supernova en distintas bandas fotométricas cayendo lentamente; mis peores temores se hicieron realidad cuando una masa de aire caliente, proveniente del Sáhara, se situó sobre buena parte de España aumentando el brillo del fondo del cielo y afectando las mediciones fotométricas.

² Es decir, un “corte” a lo largo de todo el espectro: equivale a la *Distribución Espectral de la Energía* (S.E.D.).



Figura 5. La supernova capturada en la madrugada del 21 de junio: es muy notoria la pérdida de brillo con respecto a noches anteriores (puede compararse con la Figura 1).

Imágenes capturadas las noches del 23 al 25 de junio mostraban no sólo la pérdida de brillo, apreciable de noche en noche, sino el efecto del polvillo en suspensión sobre un astro tan

azul. De hecho la última imagen de la supernova antes de cerrar este trabajo (Figura 6), tomada en la madrugada del 26 de junio, muestra su aspecto con respecto a las estrellas de la zona: si la comparamos con las Figuras 1 y 5 apreciaremos el notorio cambio, ya que la pérdida de brillo con respecto a las estrellas de comparación es muy evidente. De haber podido tomar imágenes en buenas condiciones habríamos observado la forma espiral de la galaxia progenitora.

Figura 6. La supernova capturada en la madrugada del 26 de junio: el aspecto de la imagen, su pobre calidad y la pérdida de brillo se deben en parte al polvillo en suspensión.



El día 27 de junio, gracias a la entrada de una masa de aire algo más fresco procedente del Atlántico, la atmósfera se limpió un poco y pude tomar siete imágenes de la zona con algo más de calidad: el aspecto de la supernova (Figura 7) era *cometario*, con un minúsculo *núcleo* (la explosión estelar) y una *coma* (orientada en dirección SW-NE) que correspondía al cuerpo de la galaxia. En esos instantes rondaba ya la magnitud 15.5 *V* y continuaba perdiendo brillo poco a poco.

A lo largo de esta corta campaña observacional (del 18 al 27 de junio de 2018) desde Cáceres hemos podido tomar un total de 36 mediciones de brillo, con las cuales hemos elaborado un sencillo gráfico magnitud/tiempo (Figura 8) que pone de manifiesto el comportamiento lumínico de la supernova: tras encontrarse en su máximo en la noche del 16 de junio ($\sim 13.6 V$) la estrella comenzó a declinar, entrando en la magnitud 14.0 *V* y la 14.5 *V* unos días más tarde; enseguida alcanzó la magnitud 15 *V* y la rebasó situándose en torno a la 15.5 *V* en la noche del 27 de junio. Durante unos días el polvo en suspensión ha dificultado la toma de mediciones de calidad, pero pese a todo el aspecto de la gráfica es el típico de una supernova de este tipo.

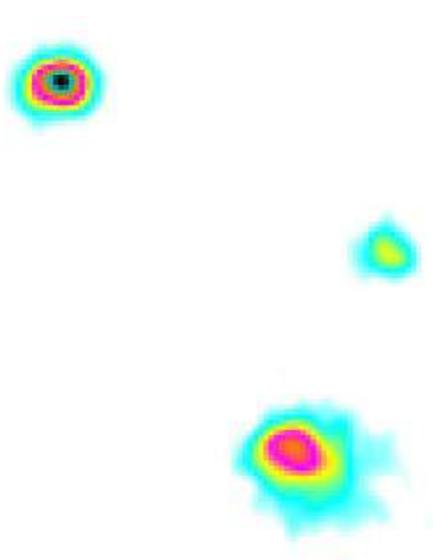


Figura 7. Primer plano de la supernova capturada en la madrugada del 27 de junio: gracias al procesamiento por falso color puede apreciarse su aspecto elongado, en sentido SW-NE, debido al núcleo de la galaxia PGC 57660. La nebulosidad que rodea a SN 2018cow, y se extiende en diagonal, es el débil cuerpo de la galaxia anfitriona.

Durante los próximos días la estrella irá perdiendo brillo paulatinamente, lo que permitirá que podamos ver cada vez mejor la forma y aspecto de PGC 57660 pero, a la vez, cada vez más débil la supernova hasta perderse en el brillo de fondo de la galaxia. Si el aire continúa saturado de polvillo nos veremos en problemas para poder continuar observándola más allá de la magnitud 16.5 *V*.

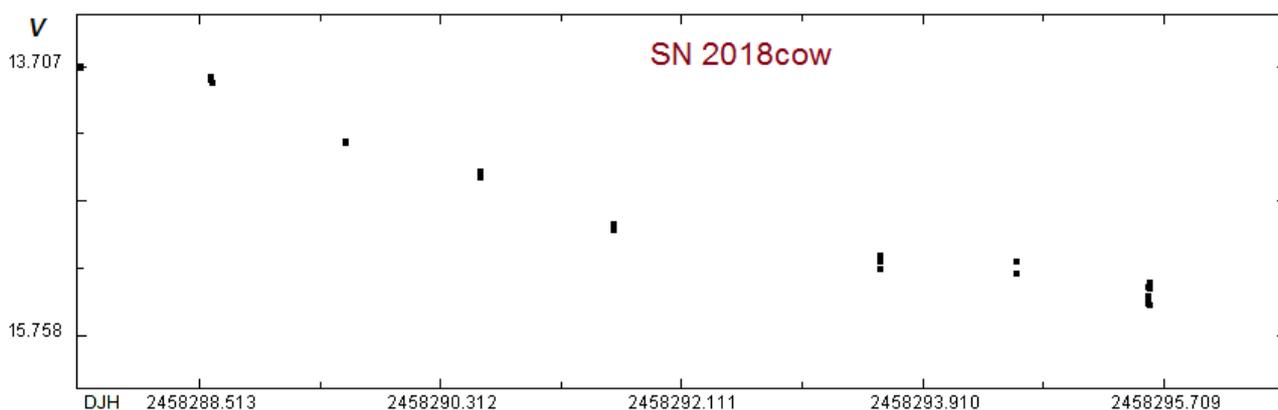


Figura 8. Curva de luz de la supernova entre los días 18 y 27 de junio de 2018: con las 36 mediciones de brillo obtenidas puede apreciarse la suave caída de brillo y la quasi-estabilización en las últimas noches.

RESUMEN

El día 16 de junio de 2018 se registró una explosión (AT 2018cow, la *vaca*, de magnitud 14.74) coincidente con la galaxia PGC 57660 (redshift $z = 0.014145$), una espiral situada a unos 200 millones de años luz. Tras las dudas iniciales (¿variable cataclísmica?, ¿supernova?, ¿GRB?) y después de varios días de incertidumbre el objeto pudo ser clasificado como una supernova de tipo Ic-BL. En la madrugada del 18 de junio obtuvimos mediciones de posición y brillo con el programa *Astrometrica*: ambas eran coincidentes con la posición indicada en la nota del descubrimiento. Espectros tomados la noche siguiente (19 de junio) mostraron que era un astro muy azul, con un perfil espectral muy asimétrico cuyo máximo aparecía en el color azul. En noches sucesivas, pese al polvillo en suspensión, hemos tomado imágenes de la zona: nuestras mediciones de brillo, 36 a lo largo de diez noches, han mostrado el comportamiento lumínico del astro así como (en las cuatro

últimas noches) el débil rastro de la diminuta galaxia anfitriona: al cerrar este trabajo para subirlo a Internet este ha sido su comportamiento; durante los próximos días subirá a la magnitud 16 V , luego a la 17 V y a partir de entonces será muy difícil continuar su observación. Si dispusiésemos de nuevas mediciones quizá podríamos elaborar otro trabajo, forzosamente ya más reducido, en donde mostraríamos su evolución fotométrica hasta su posterior desaparición.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha sido realizado utilizando los catálogos y bancos de datos de VizieR y SIMBAD (Centro de Datos Estelares CDS, Strasbourg, France), Aladin Sky Atlas, NASA's Astrophysics Data System, el *AAVSO Photometric All-Sky Survey* (APASS, DR9), soportado por la "Robert Martin Ayers Sciences Fund", las observaciones del Grupo de Observadores de Supernovas (ObsN) así como el telescopio catadióptrico de 203 mm de abertura, la cámara CCD, el espectrógrafo de red y la rueda de filtros fotométricos BVR_{cI_c} del Observatorio Astronómico *Norba Caesarina*, que se encuentra situado a las afueras de Cáceres (Extremadura, España).

REFERENCIAS

- Aladin Sky Atlas: <http://aladin.u-strasbg.fr/java/nph-aladin.pl>
APASS Data Release 9 (DR9): <https://www.aavso.org/apass>
Grupo de Observadores de Supernovas: <https://sites.google.com/view/sn2017eaw>
SIMBAD Astronomical Database: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
Transient Name Sender: <https://wis-tns.weizmann.ac.il/object/2018cow>
Violat Bordonau, F., (2016, julio), web Casanchi: <http://casanchi.com/ast/sn2016csm01.htm>