

Fotometría de variables con CCD

Cristina Sánchez

Una de las actividades que en los meses anteriores se ha empezado a desarrollar en el observatorio es la fotometría de estrellas variables con CCD. Aunque el seguimiento de variables seguramente ya ha sido practicado con anterioridad en nuestra sociedad, el material del que disponemos nos permite introducirnos en un mundo estelar de magnitudes tan bajas, que solo toma forma ante nuestra vista con la ayuda de instrumentos muy sensibles. La cámara CCD es capaz de trazar asombrosas imágenes a partir del escaso número de fotones que llegan a sus microchips, procedentes de objetos situados a millones de años-luz, o de estrellas relativamente cercanas pero muy poco luminosas, al menos en los momentos en que, si son variables, no presentan signos de actividad.

El manejo de la CCD no es precisamente fácil, pero con la ayuda de quienes están familiarizados con este instrumental desde hace años, se puede ir progresando. Habitualmente, sea invierno o verano, el tiempo no nos acompaña en esta región, cuyo cielo nocturno es menos oscuro que el del día; pero aún así, los resultados de las noches en que la climatología nos perdona nuestra afición y se muestra benevolente son destacables.

Se han conseguido estupendas imágenes de nebulosas planetarias, galaxias y cúmulos estelares que pueden verse en la página del observatorio a través de la página web de Omega: www.saaomega.com. Este verano también hemos disfrutado enormemente con la imagen de Marte a través del ocular; en los días cercanos a su oposición, que tuvo lugar el 13 de Junio, llegó a alcanzar una magnitud superior a -2, y un diámetro aparente de 20 segundos de arco en el momento de su máxima aproximación a la Tierra el 21 de Junio. Tras unos minutos de observación, no era difícil distinguir detalles como la gran cuenca de impacto Hellas, el casquete polar Sur, Sinus Meridiani, las cuencas de Argyre y Chryse, etc. Una importante actividad que habitualmente se realiza en el observatorio es la astrometría de asteroides y cometas, cuyos resultados son remitidos puntualmente a la Unión Astronómica Internacional.

Desde el 2 de septiembre se está siguiendo con regularidad el comportamiento de la nova N Cyg 01-2 (su estrella progenitora es V2275 Cyg ó 2059+48, estos dos números con que se designa a la estrella indican ascensión recta y declinación en el año 1.900) descubierta en su máximo hacia la 7ª magnitud en Agosto. Los últimos días, tras haber descendido de forma continuada, presenta una magnitud de 13.7 aprox. Sin duda continuaremos este interesante seguimiento. Los resultados de estas observaciones, junto con los de la variable cataclísmica de tipo SU UMA

(denominada SU UMA ó 0803+62) forman ya parte del archivo de datos del AAVSO (American Association of Variable Stars Observers). Los observadores somos: Marcos J. Cué, J.R. Vidal, Juan D. Rodríguez y Cristina Sánchez, quien escribe este artículo.

El AAVSO es una organización científica que agrupa a astrónomos profesionales y amateurs de todo el mundo, interesados en las estrellas variables. Fue fundada en 1.911 por William Tyler Olcott, astrónomo aficionado y abogado de profesión, y Edward C. Pickering, director del Observatorio de Harvard. El AAVSO formó parte del Harvard College Observatory hasta que se transformó en una organización independiente en 1.954. Su propósito es coordinar, recopilar, evaluar, analizar, publicar y archivar las observaciones de los astrónomos aficionados de modo que puedan ser utilizadas por astrónomos profesionales, estudiantes, etc. En el año 2.000 contaba con miembros en 45 países de todo el mundo. La base de operaciones de esta gran asociación de observadores de estrellas variables se encuentra en Cambridge, Massachusetts, USA.

Los archivos del AAVSO cuentan con cerca de 10 millones de observaciones de unas 5.000 estrellas, aproximadamente 600 aficionados a la Astronomía contribuyen cada año con más de 350.000 observaciones. Al final de cada mes son clasificadas e incluidas en la base de datos de cada estrella. Todo ello se encuentra a disposición de quien lo precise en la web (<http://www.aavso.org>) o puede solicitarse vía correo convencional para obtener información.

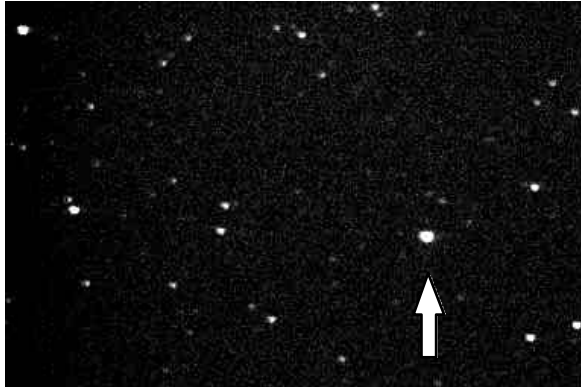
Los observadores del AAVSO participan en programas de observación a tiempo real en coordinación con los grandes telescopios terrestres o a bordo de satélites; también se establecen correlaciones de sus datos ópticos con otros de espectroscopía, etc. La colaboración entre observadores del AAVSO y astrónomos profesionales tuvo ya lugar en programas científicos desarrollados por satélites como el EXOSAT, IUE, HIPPARCOS, HST... un significativo número de eventos estelares pudieron ser estudiados por estos satélites gracias a la previa notificación del AAVSO sobre actividad inusual en alguna determinada estrella.

Existen diferentes tipos de estrellas variables, a grandes rasgos podemos definir los siguientes grupos:

1.- Intrínsecas: la variación en el brillo se debe a cambios físicos en la estrella o sistema estelar.

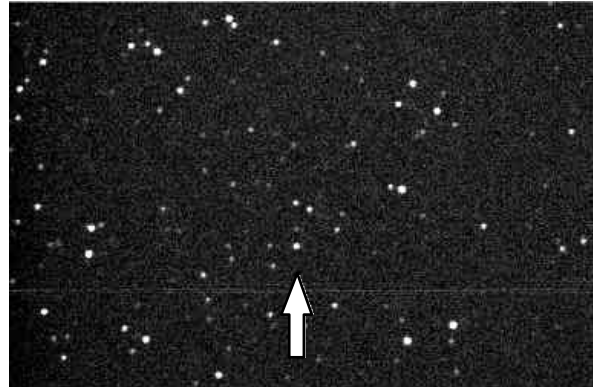
2.- Extrínsecas: el cambio en el brillo se debe al eclipse de una estrella compañera, o a efectos de la rotación de la estrella si en su superficie existe algún punto brillante u oscuro.

Dentro del grupo de las variables intrínsecas distinguimos las variables pulsantes, que muestran periodos de expansión o contracción de sus capas superficiales, y las cataclísmicas. Estas, como su nombre indica, sufren violentas explosiones termonucleares por la caída de material procedente de una estrella compañera en su superficie (en las novae el brillo puede aumentar de 7 a 16 magnitudes) o por haber llegado a una etapa de su evolución en que la estrella puede destruirse por completo o transformarse en una estrella de neutrones tras una colosal explosión de supernova. El brillo de las supernovas puede llegar a incrementarse hasta 20 magnitudes.



la secuencia principal a través de un disco de acreción, cuando el material acumulado en la superficie de la enana blanca se calienta lo suficiente se produce una gigantesca explosión. El brillo disminuye durante los meses siguientes a razón de 3 magnitudes en unos 100 días tras el máximo (novae rápidas) o más de 150 días (novae lentas), puede tardar años en alcanzar de nuevo su mínimo habitual.

3.- Novae enanas: sistemas binarios de una enana roja (una estrella un poco más fría que el Sol) y una enana blanca. La variación de brillo entre 2 y 6 magnitudes se debe a inestabilidades gravitatorias en el disco de acreción que cede material a la enana



Imágenes: dos tomas de la Nova Cyg 2001 N² realizadas los días 03-09-2001 (foto izquierda) y 16-12-2001 (foto derecha). Aunque la fotocopia restará bastante calidad a la imagen, puede apreciarse como la nova brilla más en la foto izda que en la dcha.

Las variables pulsantes se clasifican en los siguientes grupos:

1.- Cefeidas: experimentan ligeras variaciones de 0.1 a 2 magnitudes en periodos de 1 a 70 días. Existe una relación entre periodo y brillo que ha sido utilizada para medir distancias intergalácticas.

2.- RR Lyrae: con breves periodos de 0.05 a 1.2 días varían entre 0.3 y 2 magnitudes.

3.- RV Tauri: alternan mínimos de actividad profundos y más superficiales; el periodo entre dos mínimos profundos va de 30 a 150 días con una variación en brillo hasta 3 magnitudes.

4.- Variables de largo periodo:

5.- Mira: variación de más de 2.5 magnitudes en periodos que pueden ser de 80 hasta 1.000 días, según la estrella.

6.- Semirregulares: menos de 2.5 magnitudes

7.- Irregulares: aquí están incluidas la mayoría de las gigantes rojas.

La mayoría de estas estrellas son gigantes o supergigantes, se encuentran en etapas críticas de su evolución al principio o al final de sus vidas.

Existen varios grupos de variables cataclísmicas (entre ellos):

1.- Supernovas: explosiones catastróficas de estrellas muy masivas, futuros agujeros negros y estrellas de neutrones. Uno de los sucesos más sobrecogedores y magníficos que pueden ocurrir en el Universo.

2.- Novae: sistemas binarios en los que una enana blanca adquiere material de una compañera de

blanca. A su vez se distinguen tres subclases: U Gem, Z Cam, SuUMa.

4.- Estrellas simbióticas: son sistemas compuestos de una gigante roja y una estrella azul caliente inmersa en nebulosidad, muestran explosiones semiperiódicas.

5.- R Coronae Borealis: supergigantes ricas en carbono, pueden disminuir súbitamente su brillo hasta 9 magnitudes y recuperarlo tras unos meses.

6.- Flare stars: son pequeñas estrellas, con 1/2 de la masa solar, sufren explosiones en áreas localizadas de su superficie debido a intensos campos magnéticos, su rotación es muy rápida. Pueden incrementar su brillo más de 2 magnitudes en pocos segundos y volver al mínimo en 20 minutos.

Esto ha sido una pequeña muestra de lo que ocurre en esos puntos luminosos que tanto nos atraen, tal vez porque intuimos que tras esa aparente quietud de la noche se halla la más colosal y febril actividad que la mente humana pueda imaginar.

Para observar estrellas variables pueden utilizarse unos simples binoculares, o cualquier tipo de telescopio. La estimación del brillo puede hacerse por comparación con otras estrellas cuyo brillo conozcamos y que se encuentren cercanas a la variable en cuestión. Pero las magnitudes de algunas de ellas, en sus momentos de inactividad, pueden disminuir hasta valores tan bajos como 17, inalcanzables para muchos telescopios, pero en estos casos la CCD puede complementar muy bien el estudio de la estrella para que se pueda establecer de modo más exacto su curva de

luz. El AAVSO proporciona cartas con las magnitudes de varias estrellas de referencia para miles de variables, en diferentes escalas según vayamos a utilizar los prismáticos, el telescopio o la CCD. Incluso podemos encontrar listas de estrellas que necesitan ser observadas urgentemente por encontrarse en periodos críticos de su actividad.

Es mucho lo que hay por hacer, tanto el clima como la disponibilidad personal de cada uno limitan el número de días en que se puede trabajar, pero aún así podemos contribuir un poco a esta magnífica labor. Tenemos todo el material necesario, salvo un filtro V que esperamos poder conseguir en breve. La necesidad de utilizar este filtro se debe a que la cámara CCD es más sensible a la longitud de onda correspondiente al rojo. Algunas estrellas, como las variables de largo periodo de tipo Mira, o determinadas binarias eclipsantes (dependiendo de cual de ambos componentes del sistema esté siendo eclipsado) radian intensamente en este rango de longitudes de onda, y por lo tanto, la magnitud de la estrella estaría sobreestimada. La estrella brillaría menos de lo que la CCD indica al captar "fotones rojos" en exceso. El valor científico de nuestra fotometría aumentaría considerablemente mediante el uso del filtro V al poder equipararla con los valores estimados visualmente por otros observadores.

Nuestro trabajo ha avanzado considerablemente en los últimos días, desde que comencé a escribir

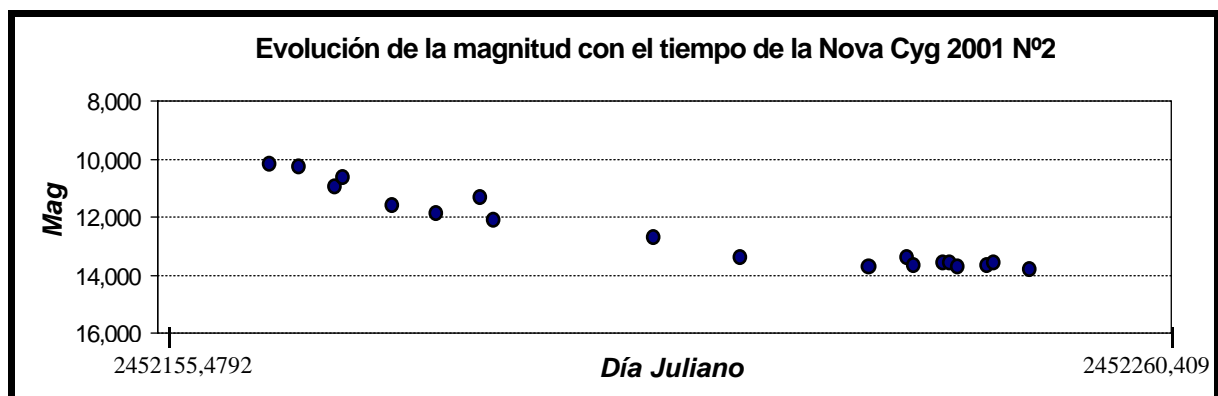
Respecto a DI Uma lo tenemos un poco más fácil, aparece claramente en las tomas y su brillo parecía oscilar entre 16 y 17 durante la semana del 11 al 17 de diciembre. Su magnitud varía entre 15 y 17 a lo largo de su ciclo de actividad.

En Cassiopeia tenemos a HT Cas, actualmente en magnitud 16 y KU Cas, apenas observable en algunas de nuestras imágenes. HT Cas oscila entre 10.8 y 18.4 en ciclos de 70 días. KU Cas en su máximo llega a 13.3, permaneciendo prácticamente invisible hasta ahora.

Nuestras siguientes candidatas a un esmerado seguimiento se encuentran en Perseo, son QY Per y UV Per.

Todas ellas son variables cataclísmica de tipo U Gem, sus explosiones pueden durar de 5 a 20 días con incrementos de magnitud entre 2 y 6 magnitudes con ciclos de 30 a 500 días. El motivo por el que escogemos constelaciones circumpolares radica en la rapidez con que podemos trabajar al no tener que desviar demasiado el telescopio al pasar de una a otra, y sobre todo al interés de observar una estrella, o mejor dicho un par de estrellas ligadas gravitatoriamente, durante un año, preguntándose cómo serán realmente y extrayendo información.

Todas las estimaciones de magnitud que hemos realizado hasta el momento forman parte ya de los archivos del AAVSO. El día 17 de este mes SU Uma nos ofreció un hermoso espectáculo, su magnitud ascendió hasta 12.55, se encontraba en su pico de actividad (aunque cada 3 ó 4 ciclos sus explosiones pueden



este pequeño artículo a modo de información sobre las últimas actividades que vienen realizándose en el Observatorio. El mes de diciembre nos ha permitido disfrutar durante casi un par de semanas, de forma casi continuada, de cielos increíblemente limpios y oscuros, incluso las fases lunares coincidieron favorablemente para la observación astronómica. Aprovechamos para localizar e iniciar el seguimiento de otras dos variables cataclísmicas en la constelación de Ursa Major: BC Uma y DI Uma. Ambas necesitan observaciones porque actualmente se hallan rozando el límite mínimo de inactividad y se desconoce la duración de sus periodos de aquiescencia y su comportamiento. Para BC Uma hemos estimado una magnitud menor de 18 ya que no aparece en nuestras imágenes, se encuentra pues en un periodo de calma total (la magnitud de la estrella más débil que hemos podido observar es de 18.08) aunque en "outburst" puede llegar a 10.9.

situarla en la 11ª magnitud, durante los denominados *superoutburst*). Nuestras estimaciones junto a las de otros observadores aparecieron en el "News Flash", pequeño boletín electrónico en que se informa sobre alta actividad en estrellas pulsantes o eruptivas, novae, supernovas, etc. a partir de la información remitida por los observadores.

Respecto a V2275 Cyg (la nova de Cygnus) la tabla muestra claramente su evolución a lo largo de los tres últimos meses, ajustándose al comportamiento de una nova rápida (la mayoría de ellas) las cuales disminuyen su brillo unas 3 magnitudes en 100 días aproximadamente. Esperamos seguirla aún un tiempo mientras el movimiento celeste lo permita antes de sumergirnos de lleno en los cielos invernales y tal vez podamos aún identificar un leve brillo residual cuando esta constelación aparezca de nuevo el próximo verano.