

# ESTRELLAS VARIABLES

## El ajuste de la secuencia personal

Luis Rivas

En otros artículos de esta sección hemos ido viendo el material utilizado para las observaciones de estrellas variables. Elemento fundamental de este material eran, como se dijo, las cartas para la observación de las variables, preparadas especialmente para este tipo de estudios. Sin embargo, inspirándonos en el espíritu crítico que todo aficionado a la Astronomía debe tener, vamos a ver los errores que pueden encontrarse en estas cartas, sin confiarnos a ellas ciegamente.

Recordemos antes que en las cartas para la observación de estrellas variables, encontramos unas estrellas llamadas «de referencia» o «de comparación», las cuales nos sirven para realizar nuestras estimaciones del brillo de una variable por comparación con esas estrellas vecinas de magnitud conocida (éste es el método de Argelander descrito en TRIBUNA DE ASTRONOMÍA n.º 4, pág. 46).

Es frecuente encontrarse con estrellas cartografiadas hace muchos años, generalmente con métodos fotográficos, y cuyas magnitudes indicadas para las estrellas de referencia vienen afectadas por errores en ocasiones considerables. Por otra parte, los observadores son sensibles de distinta forma a los colores y las impresiones visuales pueden diferir, de un observador a otro, en varias décimas de magnitud. En consecuencia, se tiene casi siempre interés por calcular los brillos por medio de las secuencias personales de cada observador, en lugar de hacerlo por medio de las magnitudes de la secuencia standard que figuran en la carta. Ello facilita el poder comparar los resultados obtenidos por diferentes observadores.

Como ejemplo ilustrativo de las discrepancias entre catálogos y cartas publicadas en diferentes épocas, en su libro «L'observation du ciel», el conocido astrónomo francés Michel Dumont da una tabla (que aquí se reproduce como Tabla I) en la que se ilustra sobre la realidad de estos errores, basándose en las magnitudes facilitadas para 9 estrellas de comparación de la variable T Her, estrellas habitualmente utilizadas pa-

ra estimar el brillo de esta variable. En la Tabla aparecen la magnitud dada en la carta «Mc» frente a la magnitud «M.1983» obtenida fotoeléctricamente en el año 1983 con el telescopio de 76 cms del observatorio suizo de Jungfranjoch. Se puede apreciar que en algunos casos los errores son escandalosos, en especial para las estrellas 6 y 8. Cabría preguntarse: ¿qué curva de luz de T Her obtendría un observador utilizando los valores de «Mc» en las estrellas de comparación, frente a otro que utilizara los de «M.1983»? Incluso para un mismo observador, las mismas estimaciones darían curvas diferentes según se utilizara una u otra secuencia. Esto se evita hallando la secuencia personal del obser-

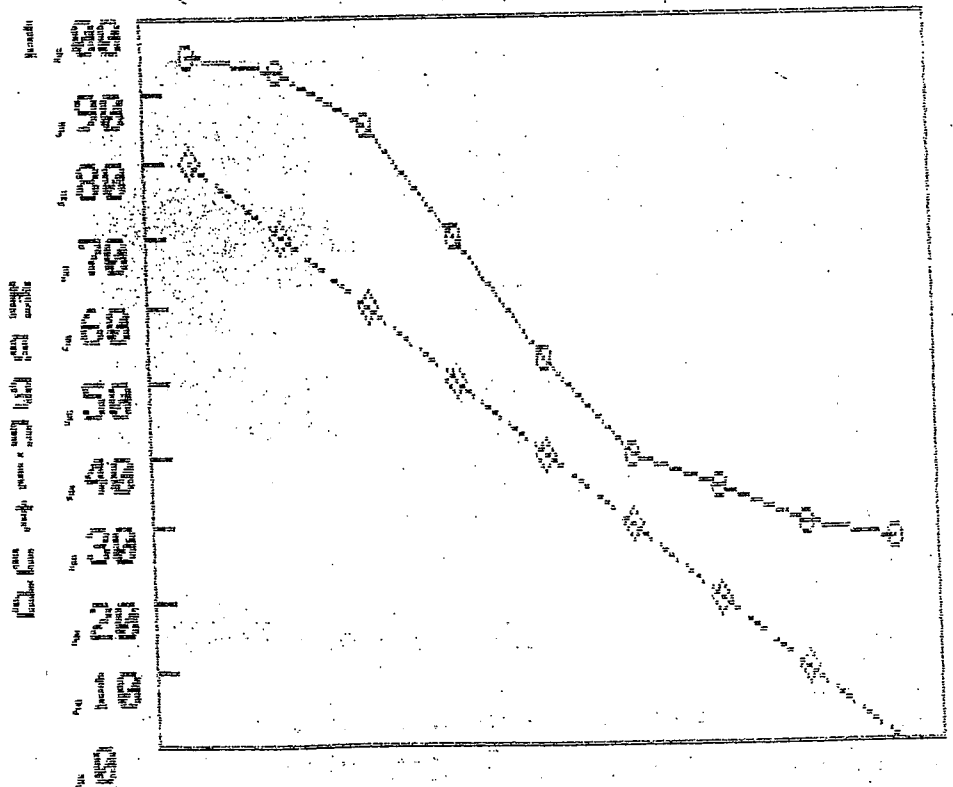
vador y calculando la magnitud de T Her sobre esta secuencia.

Haciendo hincapié de nuevo en el espíritu crítico del observador, si está atento al observar, se habrá dado cuenta de que las estrellas 6 y 7 son de brillos muy similares como para que exista entre ellas una diferencia de 1,1 magnitudes tal como atribuye la carta.

A continuación se describe el método de ajuste, el cual hay que indicar que carece de sentido si no se dispone al menos de 3 estrellas de comparación.

La primera etapa consiste en determinar la diferencia media en grados entre las parejas sucesivas de estrellas de comparación. Supongamos que hemos observado una es-

### Curvas Comparadas



trella cuya carta contenía cuatro estrellas de referencia:

A = 6,5 B = 7,0 C = 7,4 D = 8,1

y supongamos que tenemos la serie de medidas que aparece en la Tabla II, en la cual se han agrupado las comparaciones que utilizan las mismas estrellas de referencia:

Así pues, la diferencia media entre parejas sucesivas de estrellas, vendrá dada por el cociente entre la suma total de los grados, y el número de comparaciones, es decir:

$$\begin{aligned} \overline{AB} &= A-B \text{ medio} = (6+6,5+6,5+7)/6 = 6,25 \\ \overline{BC} &= B-C \text{ medio} = (4,5+4+4,5+4+3,5)/5 = 4,10 \\ \overline{CD} &= C-D \text{ medio} = (6+6,5+6+6,5+7+6+6,5)/7 = 6,36 \end{aligned}$$

luego la expresión se escribirá así:

$$A(\overline{AB}) B(\overline{BC}) C(\overline{CD}) D$$

$$A(6,25) B(4,10) C(6,36) D$$

Entonces contaremos 0 (cero) para A, (0 + 6,25) para B, (0 + 6,25 + 4,10) para C, y, por último, (0 + 6,25 + 4,10 + 6,36) para D, con lo cual habremos obtenido para cada estrella de la secuencia una evaluación de su brillo con relación a la estrella más brillante A. Estos valores son llevados a la Tabla III y a la gráfica de la figura 2.

En el caso de que las magnitudes dadas por la carta hubieran sido idénticas de hecho a las estimadas por el observador, los puntos estarían alineados en una recta. Este no es nunca el caso y es necesario determinar, por el método de los mínimos cuadrados, la recta que dará el mejor ajuste. Esta recta tendrá por ecuación «y = a + ux», donde «a» es la magnitud de la estrella de referencia más brillante (A), en tanto que «u» es el valor medio del grado. Estos dos valores se obtienen por las fórmulas:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$u = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

donde:

$\sum x$  es la suma de los grados de brillo relativo, o sea:

$$(0 + 6,25 + 10,35 + 16,71) = 33,31$$

$\sum x^2$  es la suma de los cuadrados de los grados del brillo relativo, o sea:

$$(0 + 39,0625 + 107,1225 + 279,2241) = 425,4091$$

$\sum xy$  es la suma de los productos de las magnitudes por los brillos correspondientes, es decir:

$$(0 \times 6,5) + (6,25 \times 7,0) + (10,35 \times 7,4) + (16,71 \times 8,1) = 255,6910$$

$\sum y$  es la suma de las magnitudes, es decir:

$$6,5 + 7,0 + 7,4 + 8,1 = 29$$

N es el número de estrellas de comparación, que en nuestro caso es de cuatro (N = 4).

Recordemos que se entiende por grado o brillo relativo a los valores de la columna izquierda de la Tabla III, y no las diferencias entre las distintas estrellas de comparación. Llevando los valores correspondientes a las fórmulas anteriores, se obtiene:

$$a = \frac{29 \times (425,4091) - (33,31) \times (255,6910)}{4 \times (425,4091) - (33,31)^2} = \frac{3819,7967}{592,0803} = 6,45$$

$$u = \frac{4 \times (255,6910) - (33,31) \times (29)}{4 \times (425,4091) - (33,31)^2} = \frac{56,7740}{592,0803} = 0,096$$

luego la ecuación «y = a + ux» queda como «y = 6,45 + 0,096 x».

Dándole a «x» los valores sucesivos de la columna izquierda de la Tabla III obtendremos los siguientes valores de «y»:

$$\begin{aligned} x = 0 & & y = 6,45 \\ x = 6,25 & & y = 7,05 \\ x = 10,35 & & y = 7,44 \\ x = 16,71 & & y = 8,05 \end{aligned}$$

con lo que nuestra secuencia personal será

$$A = 6,45 B = 7,05 C = 7,44 D = 8,05$$

Estas son las magnitudes de las estrellas de referencia que serán utilizadas para calcular las magnitudes sucesivas de la variable, en lugar de las que viven dadas por la carta.

## Curvas Comparadas

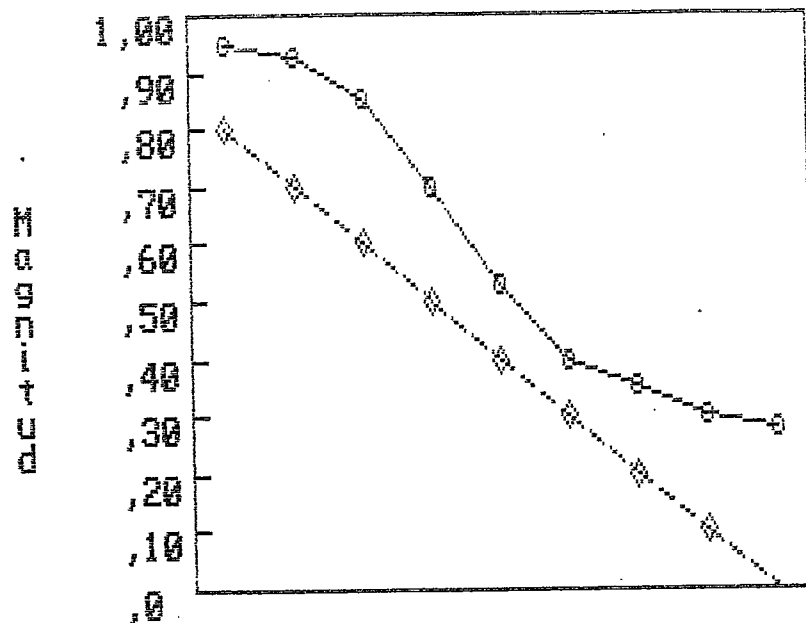


Fig. 1: Curva obtenida por un observador que no ha ajustado su secuencia (superior), comparada con la curva real (inferior).

TABLA I. Secuencia de T Her

Estrella	Mc	M.1983	Error
1	7,3	7,45	0,15
2	7,8	7,89	0,09
3	8,9	9,13	0,23
4	9,4	9,67	0,27
5	10,4	10,58	0,18
6	11,3	12,11	0,81
7	12,4	12,24	0,16
8	13,0	12,60	0,40
9	13,3	13,10	0,20

TABLA II. Medidas ficticias de una variable

A (3) V (2) B	B (2) V (2,5) C	C (2,5) V (3,5) D
A (5) V (1) B	B (2) V (2) C	C (3) V (3,5) D
A (5) V (1,5) B	B (2,5) V (2) C	C (4) V (2) D
A (4) V (2) B	B (3) V (1) C	C (4) V (2,5) D
A (4,5) V (2,5) B	B (2,5) V (1) C	C (3,5) V (3,5) D
A (5) V (2) B		C (4) V (2) D
		C (3) V (3,5) D

TABLA III

brillo relativo	magnitud
0	6,5
6,25	7,0
10,35	7,4
16,71	8,1