

VARIACION EN LA AMPLITUD DE LA CURVA DE LUZ DE LA  
VARIABLE DEL TIPO  $\beta$  CMA,  $\delta$  CET

S. González<sup>(1)</sup>, J.P. Sareyan<sup>(2)</sup>, R. Garrido<sup>(3)</sup>,  
A. Delgado<sup>(3)</sup> E. Chapellier<sup>(2)</sup>

(1) Instituto de Astronomía, UNAM, MEXICO

(2) Observatoire de Nice, FRANCIA

(3) Instituto de Astrofísica de Andalucía, ESPAÑA

RESUMEN. Observaciones fotométricas efectuadas en México y España en la variable del tipo  $\beta$  CMA,  $\delta$  Cet, muestran una variación en la amplitud de la curva de luz que está incrementando a una razón consistente con la observada en la velocidad radial, esto implica que la pulsación mantiene sus características a través de modulación o variación de la amplitud. El ajuste de nuestras observaciones con las efemérides más recientes muestran que  $\delta$  Cet podría eventualmente ser una binaria con un período aproximado de 13 días.

ABSTRACT. Coordinated observations made from Mexico and Spain show that the light variation amplitudes of the  $\beta$  CMA variable  $\delta$  Cet are increasing at a rate consistent with that observed in radial velocity, which means that the pulsation keeps its characteristics through amplitude variation or modulation. Excellent fit of our observations with the most recent ephemerides shows that  $\delta$  Cet could eventually be a 13 days period binary.

*Key words:* PHOTOMETRY — STARS-BINARY — STARS-VARIABLE

#### INTRODUCCION

Conocida como variable desde hace más de 80 años,  $\delta$  Ceti (HR 779) es una estrella del tipo  $\beta$  CMA en la que numerosas investigaciones se han efectuado para determinar su período y eventuales variaciones de éste, siendo las más recientes Lane (1978), Ciurla (1979) y Lloyd y Pike (1984), la importancia de ello reside en el hecho de que la evolución del período ha sido considerado como una indicación del estado evolucionario de las estrellas  $\beta$  CMA y para  $\delta$  Ceti estos análisis han dejado diversas conclusiones desde períodos constantes, hasta cambios constantes de período y más recientemente cambios abruptos (Chapellier, 1985).

Durante septiembre-octubre de 1980 observamos fotométricamente a  $\delta$  Ceti con el objeto de determinar un mejor período y una eventual detección de cambios de un ciclo al otro en las características de las curvas de luz.

#### OBSERVACIONES

Las observaciones fueron efectuadas en San Pedro Mártir, México, con un telescopio de 83 cm. y filtro B de Johnson (S) y otro telescopio diafragmado a 100 cm. con un filtro (J) a 4770 Å y 100 Å de ancho de banda (Sareyan et al. 1976). En España un telescopio de 32 cm. fue usado en Mojón del trigo con filtro U de Johnson, en ambos lugares la estrella constante Am HR 732 fue usada como comparación, la Fig. 1 muestra las curvas de luz obtenidas en México donde se observan cambios de forma y algunas variaciones de amplitud de un ciclo al otro, éste tipo de cambios también han sido observados en  $\gamma$  Peg y algunas otras variables  $\beta$  CMA. Las amplitudes promedio obtenidas para la temporada de observación son:

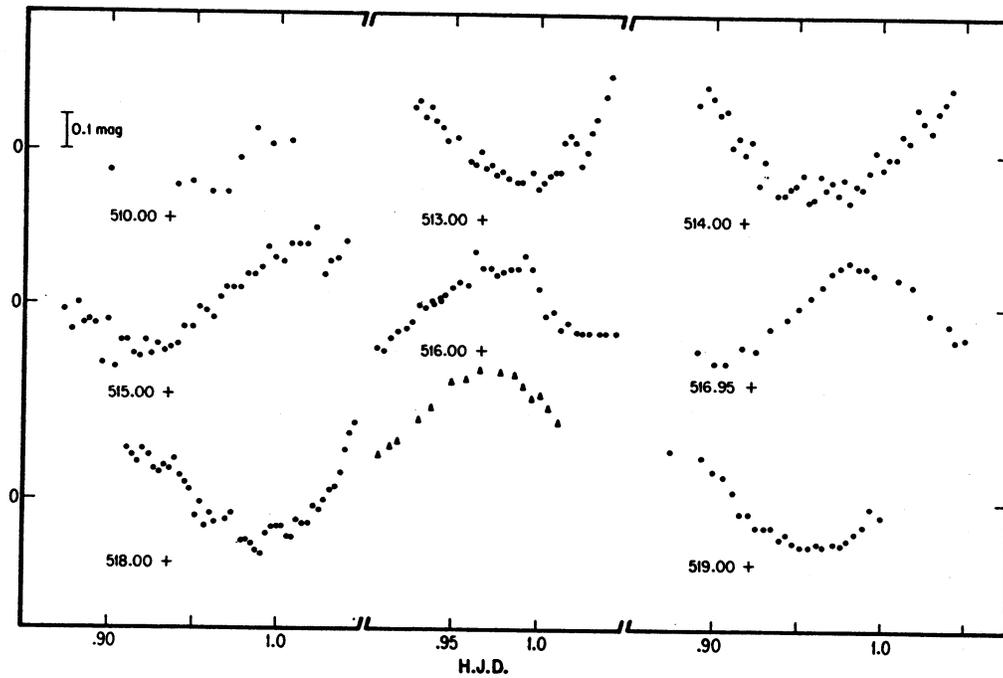


Fig. 1. Curvas de luz en B para  $\delta$  Ceti fue observada simultáneamente en 2 telescopios.

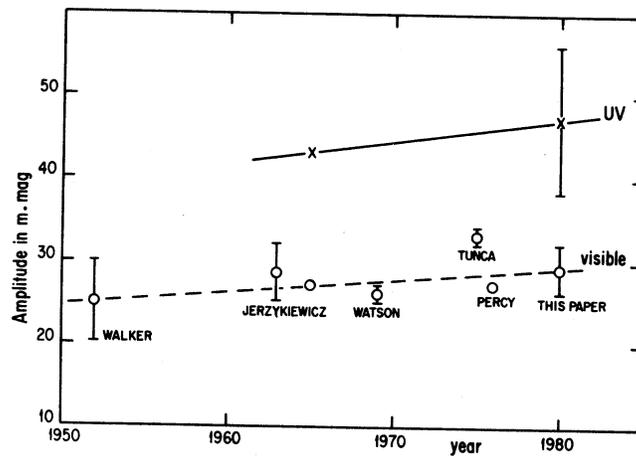


Fig. 2. Secuencia de amplitudes ultravioletas y visibles de diferentes autores.

$$\Delta U = 0.047 \pm 0.009 \text{ mag.}$$

$$\Delta B = 0.029 \pm 0.003 \text{ mag.}$$

#### DISCUSION

Comparando la amplitud en B obtenida en este trabajo con las obtenidas desde el descubrimiento de  $\delta$  Ceti y considerando que las amplitudes en B y V son similares, se obtiene un in

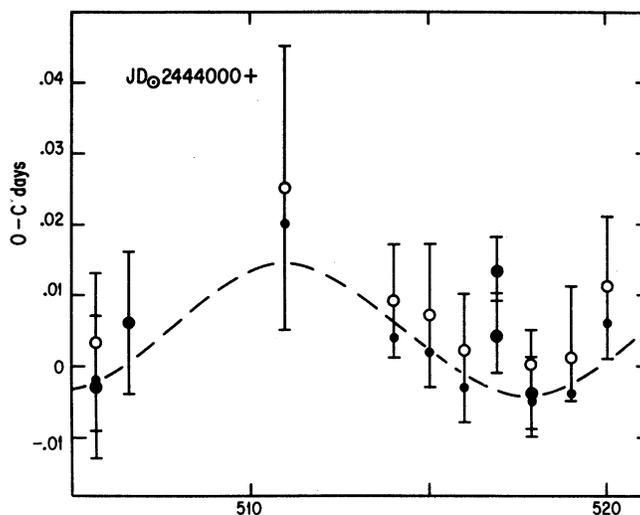


Fig. 3. Residuos O-C de acuerdo a un período constante de 0.161137303 d. Las barras de error están sobre-estimadas. Puntos grandes: máximos, círculos: mínimos, puntos pequeños: mínimos corridos por  $-0.005$  d.

cremento constante en la amplitud B de 0.014 mag/siglo y de 0.026 mag/siglo en U con un mismo origen de amplitud cero para el año  $1780 \pm 10$  (la figura 2 muestra la secuencia de estas observaciones) este resultado tiene además, apoyo en los estudios de velocidad radial que se han realizado desde el descubrimiento de esta estrella que muestran también un incremento en la velocidad radial que da igualmente un origen de velocidad radial nula en el año  $1780 \pm 40$ , esto indica que la estrella comenzó a pulsar hace 2 siglos aproximadamente y es también una indicación de que el cociente  $2k/\Delta m = 540 \pm 130$  (en este caso) se ha mantenido constante desde el inicio de las pulsaciones el cual es además, cercano al valor 500 que es característico de las estrellas  $\beta$  CMA (Watson 1971).

El período obtenido en nuestras observaciones 0.16113742 d. se ajusta mejor a las efemérides dadas por Chapellier (1984) que favorece un cambio abrupto de período, el diagrama (O-C) obtenido para los máximos y mínimos se muestra en la Fig. 3, el cual se describe mejor por una curva senoidal con período aproximado de 13 días, de la forma:

$$(O-C) \cong 0.009 \sin \frac{2\pi}{13} (J D_{\odot} - 2444507.6) + 0.005$$

dado que esta tiene mejor coeficiente de correlación que cualquier línea recta considerada; si esta supuesta "oscilación" es real puede entonces interpretarse como una rotación de una fotosfera no homogénea mostrando áreas oscuras o bien a los efectos de corrimiento debidos al movimiento de una binaria. En favor de esta última interpretación hay que señalar que existe fuerte evidencia de variación del eje  $\gamma$  en las observaciones de velocidades radiales acumuladas a través de medio siglo por Henroteau (1925), Crump (1934), Mac Namara (1955), Lane (1978), Ciurla (1979), Lloyd y Pike (1984), sin embargo la superposición de dos ondas con período de 0.16 y 13 días deberían causar grandes variaciones en la amplitud de ciclo a ciclo que no son observados, además de que el período de 13 días debería tener en un momento dado 20 veces la amplitud del período de 0.16 d el cual tampoco ha sido observado, por tal motivo, la binariedad de  $\delta$  Ceti debe permanecer solo como una posibilidad a espera de que más observaciones puedan o no confirmarla.

No obstante, debe señalarse que actualmente muchas variables  $\beta$  CMA están descubriéndose como binarias o como sospechosas de serlo, esto puede ser importante, ya sea para mantener la pulsación o para favorecer determinados armónicos en él, así como para establecer una eventual correlación entre multiperiodicidad y binariedad, por otro lado, el cociente constante  $2K/\Delta m$  es una característica importante en el fenómeno  $\beta$  CMA que está probablemente ligado al mecanismo de pulsación (que todavía no ha podido ser explicado) y/o su transmisión a través de las capas exteriores de la estrella. Es claro que  $\delta$  Ceti al ser monoperiódica y tener una variación en la amplitud de su pulsación bien establecida es importante para estas investigaciones.

## REFERENCIAS

- Campos, A.J., Smith, M.A. 1980, *Astrophys. J.*, 238, 250.  
 Chapellier, E. 1985, to be published in *Astron. and Astrophys.*,  
 Ciurla, T. 1979, *Acta Astron.*, 29, 537.  
 Crump, C.C. 1934, *Astrophys. J.*, 79, 351.  
 Henroteau, F. 1925, *Publ. Dom. Obs. Ottawa*, 9, 5.  
 Jerzykiewicz, M. 1965, *Lowell Obs. Bull.*, 6, 175.  
 Jerzykiewicz, M. 1967, *Lowell Obs. Bull.*, 7, 199.  
 Lane, M.C. 1978, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 89, 906.  
 Lloyd, C., Pike, C.D. 1984, *The Observatory*, 104, 9.  
 Mac Namara, D.H. 1955, *Astrophys. J.*, 122, 95.  
 Marshall, R.K. 1934, *Publ. Obs. Univ. Michigan*, 5, 137.  
 Mohan, V. 1981, *Astrophys. and Space Science*, 76, 83.  
 Odell, A. 1984, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 96, 657.  
 Sareyan, J.P., Le Contel, J.M., Valtier, J.C. 1976, *Astron. and Astrophys. Suppl.*, 25, 129.  
 Tunca, Z. 1975, *Inf. Bull. Var. Stars No.* 1103.  
 Tunca, Z. 1977, *Inf. Bull. Var. Stars No.* 1259.  
 Van Hoof, A. 1968, *Zeitschr. für Astrophys.*, 68, 156.  
 Walker, M.F. 1953, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 65, 49.  
 Watson, R.D. 1971, *Astrophys. J.*, 170, 345.

S. González: Instituto de Astronomía, UNAM, Apartado Postal 70-264, 04510 México, D.F., México.  
 E. Chapellier and J.P. Sareyan: Observatoire de Nice, B.P. 139, F06003 Nice Cedex, France.  
 A. Delgado and R. Garrido: Instituto de Astrofísica de Andalucía, Apartado 2144, Granada, España.