

# VZ LIBRAE: PARAMETROS FOTOMETRICOS BASICOS DE UNA BINARIA DE CONTACTO

J.G. Funes, E. Lapasset\* y J.J. Clariá\*

Observatorio Astronómico de Córdoba

RESUMEN: Las curvas de luz UBV de la binaria tipo W UMa, VZ Librae, obtenidas en los Observatorios de Cerro Tololo y Bosque Alegre en los años 1980 y 1981, son analizadas por medio del proceso de correcciones diferenciales de Wilson-Devinney. Posibles soluciones con diferentes valores de la relación de masas son probadas. Los resultados muestran las características típicas de una configuración de contacto con valores de  $q$  aproximadamente igual a 0.26 e inclinación orbital de  $82^\circ$ . El porcentaje de sobrecontacto es pequeño, aunque existe un marcado acople térmico entre ambas componentes. La comparación de las dimensiones obtenidas con estrellas de secuencia principal permite deducir que VZ Librae es un sistema escasamente apartado de la secuencia principal de edad cero.

## 1. INTRODUCCION

VZ Librae es una binaria eclipsante del tipo W UMa descubierta por Tsesevich (1954). Su magnitud aparente visual

---

\* Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET

es  $10^{0.13}$  en su fase de máximo brillo y sus colores concuerdan con los de una estrella de tipo espectral F9, no enrojecida de la secuencia principal.

Las primeras curvas de luz fotoeléctricas en el sistema UBV fueron obtenidas por dos de los autores mediante observaciones realizadas en los Observatorios de Cerro Tololo (Chile) y Bosque Alegre (Córdoba, Argentina). Las principales características fotométricas, el estudio de los nuevos tiempos de mínimo derivados y la actualización de las efemérides, fueron publicados por Clariá y Lapasset (1981, 1982).

## 2. ANALISIS DE LAS CURVAS DE LUZ

De las 982 mediciones realizadas en cada color del sistema UBV se determinaron 62 puntos normales con un promedio de 16 observaciones por cada punto. El análisis de las curvas de luz se comenzó mediante graduales aproximaciones por el procedimiento de prueba y error utilizando curvas de luz sintéticas de los programas de Wilson y Devinney (1971). Se comprobó de esta forma que valores demasiado grandes de la relación de masas ( $q \geq 0.40$ ) no eran compatibles con la profundidad de los mínimos (0.5 y 0.4, respectivamente) y con la evidencia de eclipses totales de corta duración en el mínimo secundario. Para una relación de masas de 0.50, el valor de la inclinación orbital debía ser demasiado grande a fin de obtener eclipses totales y esto, a su vez, producía mínimos demasiado profundos. Por el contrario, valores pequeños de  $q$  ( $q \leq 0.15$ ) requerían inclinaciones no muy pronunciadas y ello implicaba profundidades de los mínimos menores que las observadas. De esta manera, el parámetro  $q$  puede ser acotado con bastante precisión en binarias que presentan eclipses totales en sus curvas de luz (ver Lapasset y Siste-ró 1982, 1984).

Finalmente, se optó por un valor medio entre los posibles para este parámetro crítico ( $q = 0.30$ ) e iniciamos el proceso de correcciones diferenciales con el objetivo de optimizar la solución fotométrica de VZ Librae. Se decidió no ajustar los parámetros denominados "secundarios", de manera pues que el albedo de la reflexión y el coeficiente de oscurecimiento gravitatorio fueron fijados en sus valores teóricos de 0.50 y 0.32, respectivamente (Rucinski 1969; Lucy 1967). Los coeficientes de oscurecimiento hacia el limbo fueron deducidos de los modelos de atmósferas estelares de Carbon y Gingerich (1969) para una temperatura de la componente principal de  $6095^{\circ}\text{K}$ , derivada a su vez de los índices de color del sistema (Morton y Adams 1968). Cinco parámetros fundamentales fueron ajustados: la inclinación orbital ( $i$ ), la relación de masas ( $q$ ), el potencial gravitatorio modificado ( $\Omega_1 = \Omega_2$ ), la temperatura de la componente secundaria ( $T_2$ ) y la luminosidad de la componente principal ( $L_1$ ). El modo 3 de los programas originales de Wilson y Devinney fue empleado, el cual corresponde a configuraciones de contacto con temperaturas de las componentes no acopladas entre sí. Las tres curvas de luz UBV fueron analizadas separadamente y, en ningún caso, las sucesivas correcciones condujeron a configuraciones de tipo "detached" o "semi-detached".

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

El ajuste de las curvas de luz observadas se prosiguió hasta que los valores de las correcciones a los parámetros libres fueron menores o del mismo orden que los errores probables calculados para esos parámetros. Los resultados finales obtenidos se presentan en la Tabla 1, mientras que las curvas de luz teóricas correspondientes a esa solución

están graficadas conjuntamente con los puntos observados del sistema, en la Figura 1.

TABLA 1

PARAMETROS FOTOMETRICOS FUNDAMENTALES DE VZ LIBRAE

$i$		$82.01 \pm 0.48$
$q$		$0.264 \pm 0.008$
$T_1^*$		$6095 \text{ }^\circ\text{K}$
$T_2$		$6016 \pm 15 \text{ }^\circ\text{K}$
$\Omega_1 = \Omega_2$		$2.367 \pm 0.018$
$g_1 = g_2^*$		0.32
$A_1 = A_2^*$		0.50
$L_1 / (L_1 + L_2)$	V	$0.789 \pm 0.006$
	B	$0.791 \pm 0.006$
	U	$0.767 \pm 0.007$
$x_1 = x_2^*$	V	0.648
	B	0.798
	U	0.819
$R_1$ (polar)		$0.470 \pm 0.002$
$R_1$ (lateral)		$0.507 \pm 0.003$
$R_1$ (posterior)		$0.533 \pm 0.003$
$R_2$ (polar)		$0.256 \pm 0.003$
$R_2$ (lateral)		$0.266 \pm 0.002$
$R_2$ (posterior)		$0.302 \pm 0.003$
% sobrecontacto		11%
$\Sigma_{nr}^2$		0.145

\* Parámetro no ajustado.

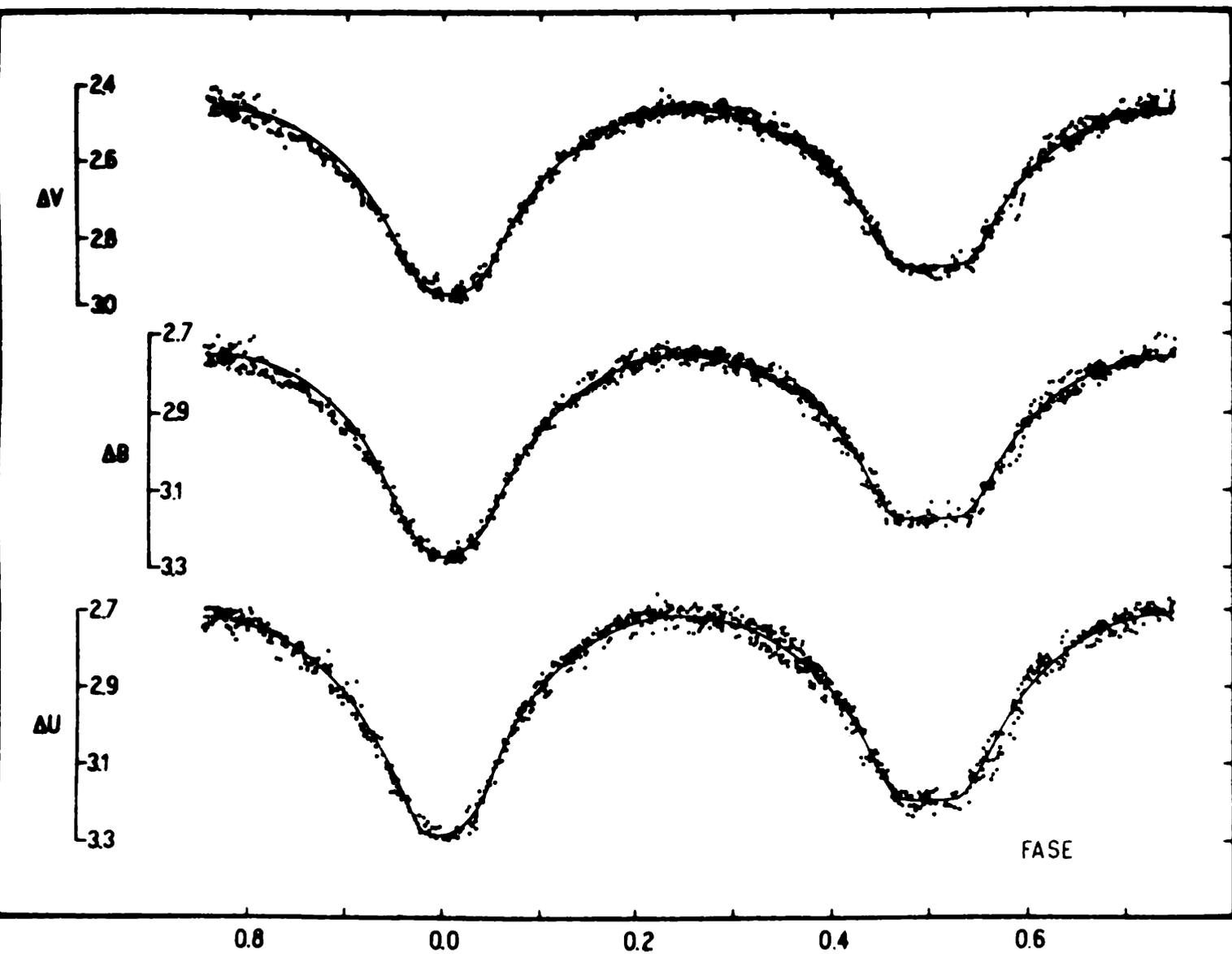


Figura 1: Observaciones UBV de VZ Librae. Las líneas continuas representan la solución de las curvas de luz.

Si bien la relación de masas derivada ( $q = 0.264$ ) se encuentra dentro de los valores típicos de los sistemas W UMa de tipo A, el porcentaje de sobrecontacto (11%) es demasiado pequeño comparado con los valores medios para estas binarias (ver Van Hamme 1982a, 1982b). Por otra parte, parece existir un buen grado de acople térmico entre ambas componentes ya que sus temperaturas polares sólo difieren en  $80^{\circ}\text{K}$ .

En lo que se refiere al estado evolutivo de VZ Librae, solamente métodos indirectos permiten efectuar algunas conjeturas al respecto. Por ejemplo, siguiendo los criterios enunciados por Van Hamme (1982a), es posible comparar las dimensiones de la componente principal de VZ Librae con las correspondientes a una estrella de igual masa en la secuencia principal de edad cero. En este caso, el exceso del radio de esa componente oscila entre un 5% y un 16% (para masas que van de 1 a 1.25 masas solares). El tiempo que necesita una estrella para evolucionar dentro de la secuencia principal hasta alcanzar esa dimensión fluctúa entre un 15% y un 26% del tiempo total de vida de la estrella, previo a su desplazamiento hacia la rama gigante. Puede entonces concluirse que VZ Librae es una estrella muy poco evolucionada, esto es, muy cercana a la secuencia principal de edad cero.

Agradecimientos: Los autores expresan su agradecimiento al Centro de Cálculos de la Universidad Nacional de Córdoba y a los Sres. J. Laborde y J. Albarracín por su colaboración prestada en la confección de los diagramas.

## REFERENCIAS

- Carbon, D. y Gingerich, O. 1969, en Theory and Observation of Normal Stellar Atmospheres, Cambridge, MIT Press, pag. 401.
- Clariá, J.J. y Lapasset, E. 1981, Inf. Bull. Variable Stars N<sup>o</sup> 2035.
- Clariá, J.J. y Lapasset, E. 1982, Bol. Asoc. Argentina Astron. N<sup>o</sup> 27, pág. 52.
- Lapasset, E. y Sisteró, R.F. 1982, Bol. Asoc. Argentina Astron. N<sup>o</sup> 27, pág. 47.
- Lapasset, E. y Sisteró, R.F. 1984, Astron. Astrophys. **130**, 97.
- Lucy, L.B. 1967, Z. Astrophys. **65**, 89.
- Morton, D.C. y Adams, T.F. 1968, Astrophys. J. **151**, 611.
- Rucinski, S.M. 1969, Acta Astronómica **19**, 245.
- Tsesevich, B.P. 1954, Izvestia Astron. Observatory Odessa **4**, 196.
- Van Hamme, W. 1982a, Astron. Astrophys. **105**, 389.
- Van Hamme, W. 1982b, Astron. Astrophys. **116**, 27.
- Wilson, R.E. y Devinney, E.J. 1971, Astrophys. J. **166**, 605.