

OBSERVACIONES FOTOMETRICAS EN BANDAS MOLECULARES DEL  
COMETA HALLEY

J.J. Clariá, R.F. Sisteró y E. Lapasset

Observatorio Astronómico  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

RESUMEN. Se presentan resultados obtenidos a partir de fotometría fotoeléctrica en bandas angostas del cometa Halley, después del pasaje por el perihelio. Los valores medios de los coeficientes de extinción atmosférica determinados en Bosque Alegre para 6 bandas entre 3600 y 5200 Å, son consistentes con los correspondientes a los sistemas UBV y DDO. Los mayores flujos medidos corresponden sucesivamente a las moléculas de  $C_2$ , CN y  $C_3$ . La emisión de CN es típicamente un 70 % de la del  $C_2$ , mientras que la del  $C_3$  es aproximadamente un 20 %. Las observaciones muestran que : (i) No existe contribución detectable de iones moleculares  $CO^+$  en el período considerado. (ii) Entre el 15 y el 22 de marzo de 1986 hay una disminución en la proporción de moléculas de  $C_2$ , CN y  $C_3$ , respecto de la presencia de polvo indicada por el continuo. Disminuciones similares, observadas con una periodicidad  $P = 6^d.1 \pm 0^d.2$ , coinciden con eventos de desconexión detectados en Bosque Alegre y otros observatorios. Si las mismas corresponden a la frecuencia de paso de sectores magnéticos solares por el cometa, se deduce un período de rotación "sinódica" solar respecto del mismo de  $P_c = 4P = 24^d.4 \pm 0^d.8$ . Este valor está de acuerdo con el valor medio de la rotación solar aparente respecto del cometa.

ABSTRACT. Results from narrow-band photoelectric photometry of comet Halley after its perihelion passage are presented. The mean atmospheric extinction coefficients determined at Bosque Alegre for six bands between 3600 and 5200 Å are consistent with those of the UBV and DDO systems. The largest fluxes measured successively correspond to the molecules of  $C_2$ , CN, and  $C_3$ . The CN emission is typically 70 % of the one of  $C_2$ , while the one of  $C_3$  is about 20 %. The observations show that : (i) There is no detectable contribution of molecular ions  $CO^+$  during the period in consideration. (ii) Between March 15 and 22 of 1986 there is a decrease in the proportion of molecules of  $C_2$ , CN, and  $C_3$ , with respect to the presence of dust indicated by the continuum. Similar decreases, observed with a periodicity  $P = 6^d.1 \pm 0^d.2$ , coincide with disconnection events detected from Bosque Alegre and other observatories. If they correspond to the frequency of passage of magnetic solar sectors by the comet, a solar "synodic" rotation  $P_c = 4P = 24^d.4 \pm 0^d.8$ , with respect to the comet, is deduced. This value is in excellent agreement with the mean value of the apparent solar rotation with respect to the comet.

Key words: COMETS-HALLEY — MOLECULES — PHOTOMETRY

## I. INTRODUCCION

El programa de "Vigilancia Internacional del cometa Halley", IHW (International Halley Watch) ha sido organizado por la Unión Astronómica Internacional para promover, coordinar y archivar las observaciones ópticas y de radio del cometa Halley realizadas desde la superficie terrestre. Como es bien sabido, las observaciones ópticas del cometa fueron difíciles sino imposibles de realizar cuando el objeto se encontró en las proximidades del perihelio, justamente cuando la actividad cometaria tuvo su mayor intensidad. Por otra parte, la ubicación del cometa en el cielo y limitaciones propias del instrumental disponible en Bosque Alegre impidieron la observación en la etapa de pre-perihelio. De allí pues que el material observacional analizado en este trabajo haya sido obtenido después del pasaje del cometa por el perihelio; más específicamente, entre mediados de marzo y principios de mayo de 1986.

Es evidente que el objetivo final de la campaña mundial de observación del cometa - desde la superficie terrestre y fuera de ella - consiste en la elaboración de un modelo físico que describa de la mejor manera posible la estructura, composición química, y otras propiedades físicas relevantes del objeto. En este contexto, el presente trabajo tiende a aportar datos fotométricos que permitan estudiar la variación de la actividad cometaria a medida que el objeto fué alejándose del sol. Si bien las variaciones temporales registradas en la intensidad de parte de la coma (curva de luz) cubren un intervalo de tiempo relativamente corto, permitieron obtener información física relacionada con la interacción del cometa con el sol. Resultados preliminares fueron recientemente publicados por Sisteró y otros (1986).

## II. OBSERVACIONES FOTOELECTRICAS Y FOTOGRAFICAS

Las mediciones fotoeléctricas fueron realizadas con el telescopio de 1.54 m de la Estación de Bosque Alegre (Córdoba, Argentina) entre el 15 de marzo y el 2 de mayo de 1986. Se utilizó un fotómetro de tipo convencional con amplificador de corriente continua, registrador y una fotomultiplicadora RCA 1P21 refrigerada con hielo seco. Las observaciones se llevaron a cabo utilizando un conjunto de 6 filtros interferenciales standard cedidos al Observatorio de Córdoba por la IHW. Las longitudes de onda centrales, anchos de banda y características espectrales dominantes de los filtros utilizados se muestran en la Tabla 1. Cuatro de ellos yacen en regiones del espectro en las cuales la especie medida tiene su origen en el gas que envuelve al núcleo, mientras que los dos restantes incluyen dentro de sus bandas porciones del espectro continuo ultravioleta y azul, debido a la luz solar reflejada del polvo que rodea al núcleo.

TABLA 1. Filtros interferenciales utilizados

Filtro	Característica espectral dominante	$\lambda_{\text{central}} (\text{\AA})$	$\Delta\lambda (\text{\AA})$
I	Continuo ultravioleta	3650	80
II	Emisión de CN	3871	50
III	Emisión de $C_2$	4060	70
IV	Emisión de $CO^+$	4260	65
V	Continuo azul	4845	65
VI	Emisión de $C_2$	5139	90

Es evidente que la observación fotométrica de cometas presenta rasgos distintivos respecto de la fotometría estelar, pues mientras las estrellas aparecen como objetos puntuales, los cometas lo hacen, generalmente, como cuerpos de aspecto difuso, con diámetro aparente apreciable y variable con el tiempo. Obviamente, esto representa alguna dificultad para la observación, dado que, con esas características, los cometas no pueden centrarse fácilmente en los diafragmas. En ocasiones, esta operación se complica debido al rápido desplazamiento del objeto en el cielo, tal como ocurrió con el cometa Halley.

Con excepción de unas pocas observaciones realizadas con un diafragma circular de 4.75 mm de abertura, equivalente a 30 segundos de arco, la gran mayoría se realizaron usando un diafragma de 15.75 mm (98 segundos de arco). Así pues, cuando el cometa estuvo a una distancia  $\Delta$  aproximada de 0.9 U.A. (principio y final de las observaciones), el diafragma de 15.75 mm permitió abarcar una distancia lineal aproximada de  $64 \times 10^4$  km, mientras que cuando  $\Delta = 0.42$  U.A. (10 de abril), el diafragma abarcó aproximadamente  $3.0 \times 10^4$  km. En consecuencia, durante el período en que se efectuaron las mediciones, se observaron diferentes fracciones de la coma cometaria, aunque siempre quedó incluido dentro del diafragma el pseudo-núcleo o condensación central.

La técnica de observación fotoeléctrica desarrollada fue similar a la usada para las observaciones estelares. Esto es, una vez centrado el cometa en el diafragma se obtuvieron los flujos (deflecciones) en cada una de las bandas, utilizando las ganancias adecuadas. A continuación, se llevó a cabo la medición del fondo del cielo con las mismas ganancias. Estas mediciones fueron hechas como mínimo a  $1^\circ$  del cometa, evitando su cola, pero a no más de  $5^\circ$ . Durante cada noche se observaron típicamente entre 5 y 12 estrellas standard de una lista previamente recibida de la IHW. Las magnitudes instrumentales fueron corregidas por extinción atmosférica y luego transformadas al sistema standard de la IHW (A'Hearn y Vanysek 1985). Se obtuvieron en total 450 magnitudes fotoeléctricas individuales del cometa, todas las cuales fueron remitidas a la IHW. Resulta grato destacar que las presentes constituyen las primeras observaciones fotoeléctricas de un cometa realizadas desde la Estación de Bosque Alegre.

Simultáneamente con las observaciones fotoeléctricas se tomaron varias fotografías directas del cometa con una Cámara Tessar f/4.5- 1500 mm montada sobre el telescopio de 1.54 m. Estas fotografías fueron obtenidas con el propósito de detectar posibles fenómenos de gran escala. Precisamente, entre los días 16 y 17 de marzo de 1986 pudo observarse un evento de desconexión sobre el que hablaremos en la sección VI.

### III. EXTINCIÓN ATMOSFÉRICA EN BOSQUE ALEGRE

En 8 de las 12 noches utilizadas se determinaron los coeficientes de extinción atmosférica de primer orden. Dada la estrechez de las bandas consideradas, los coeficientes de segundo orden son o se consideran nulos. En todos los casos se usó el método clásico de las rectas de Bouguer con una o dos estrellas observadas en un amplio rango de masas de aire. En la Tabla 2 se presentan los coeficientes de extinción obtenidos, juntamente con las correspondientes desviaciones standard (entre paréntesis). Los coeficientes medios encontrados son:  $K(I) = 0.552 \pm 0.058$ ,  $K(II) = 0.443 \pm 0.029$ ,  $K(III) = 0.365 \pm 0.028$ ,  $K(IV) = 0.310 \pm 0.033$ ,  $K(V) = 0.214 \pm 0.023$  y  $K(VI) = 0.178 \pm 0.020$ . Estos valores son consistentes con los coeficientes medios determinados en Bosque Alegre por Milone (1973) y Sisteró (1983) para las longitudes de onda equivalentes de los sistemas UBV y DDO. La curva de extinción media de la Figura 1 es llamativamente comparable a la obtenida por Osborn (1986) con filtros similares en el Observatorio de Lowell, no obstante este último encontrarse a una altura superior en 1000 m a la Estación de Bosque Alegre.

### IV. CURVAS DE LUZ DEL COMETA

En la Figura 2 se ilustra de qué manera varían con el tiempo las magnitudes fotoeléctricas en las 6 bandas utilizadas. Cada punto del diagrama representa el valor medio de la magnitud aparente medida en una noche. Una cuidadosa inspección de la Figura 2 permite hacer los siguientes comentarios:

(1) Las magnitudes fotoeléctricas obtenidas en la etapa de post-perihelio oscilan entre 4 y 10, tendiendo en general a aumentar a medida que el cometa fue alejándose del sol.

(2) Las magnitudes correspondientes al continuo cometario en 3650 y 4845 Å presentan un comportamiento bastante similar y, en ambos casos, muy parecido al comportamiento general de la emisión del ión molecular  $CO^+$ , lo que per-

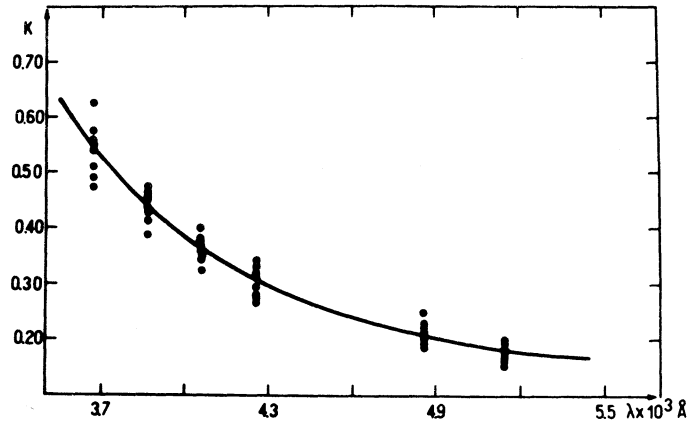


Fig. 1. Curva de extinción media obtenida en Bosque Alegre. Los círculos negros representan los valores individuales obtenidos en cada noche.

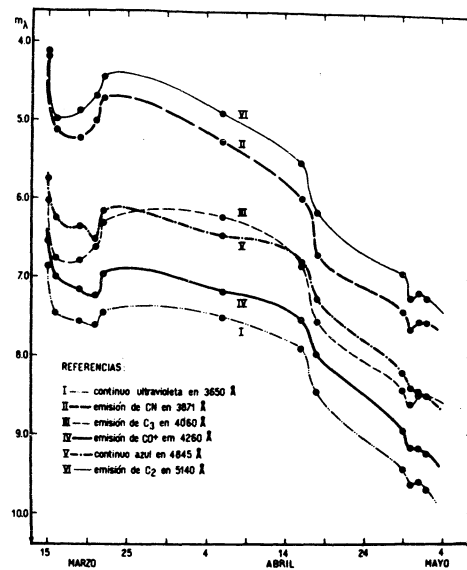


Fig. 2. Variación temporal de las magnitudes aparentes fotoeléctricas del cometa Halley en la etapa de post-perihelio.

mite presumir que la emisión en la banda de  $\text{CO}^+$  debe ser nula o muy pequeña en el lapso en que duraron las observaciones.

(3) Entre el 15 y el 22 de marzo de 1986 se advierte una brusca variación en los flujos medidos, la cual es ligeramente más notable en las bandas moleculares de  $\text{C}_2$ , CN y  $\text{C}_3$ . Un mes después, entre el 16 y 18 de abril, se observa un claro descenso en todas las magnitudes medidas, mientras que alrededor del 30 de abril se aprecia un efecto similar al del período 15/22 de marzo, aunque menos notable en virtud de la disminución general del brillo aparente del come-ta.

TABLA 2. Coeficientes de extinción obtenidos en Bosque Alegre

FECHA	K(I)	K(II)	K(III)	K(IV)	K(V)	K(VI)
16/03	0.493 (0.052)	0.436 (0.036)	0.382 (0.018)	0.280 (0.014)	0.182 (0.019)	0.152 (0.026)
19/03	0.557 (0.033)	0.385 (0.001)	0.352 (0.043)	0.271 (0.042)	0.191 (0.006)	0.168 (0.004)
16/04	0.542 (0.057)	0.460 (0.025)	0.374 (0.020)	0.336 (0.005)	0.252 (0.020)	0.194 (0.017)
18/04	0.545 (0.048)	0.459 (0.025)	0.359 (0.027)	0.321 (0.015)	0.221 (0.017)	0.178 (0.012)
29/04	0.510 (0.026)	0.432 (0.023)	0.348 (0.020)	0.270 (0.010)	0.228 (0.012)	0.199 (0.002)
30/04	0.578 (0.064)	0.464 (0.054)	0.349 (0.018)	0.316 (0.038)	0.207 (0.044)	0.156 (0.018)
1/05	0.472 (0.007)	0.416 (0.003)	0.317 (0.011)	0.295 (0.027)	0.192 (0.015)	0.163 (0.011)
2/05	0.627 (0.048)	0.476 (0.011)	0.398 (0.014)	0.343 (0.008)	0.220 (0.002)	0.180 (0.006)

## V. DETERMINACION DE FLUJOS EN UNIDADES ABSOLUTAS

Con el propósito de examinar hasta qué punto las curvas de luz observadas reflejan variaciones reales de las emisiones cometarias - originadas en la envoltura que rodea al núcleo propiamente dicho - se procedió a transformar los parámetros medidos (magnitudes) a flujos netos en unidades absolutas ( $\text{erg. cm}^{-2} \text{ seg}^{-1}$ ). Para ello, se obtuvieron en primer lugar, las magnitudes  $m_c$  del continuo en las bandas de emisión observadas, a partir de las magnitudes de los continuos cometarios observados en el U ( $\lambda = 3650 \text{ \AA}$ ) y el B ( $\lambda = 4845 \text{ \AA}$ ), usando las siguientes fórmulas (A'Hearn y Vanysek 1986) :

$$m_c(3871) = 0.8151 m(3650) + 0.1849 m^*(4845) + 0.490, \quad (1)$$

$$m_c(4060) = 0.6569 m(3650) + 0.3431 m^*(4845) + 0.088, \quad (2)$$

$$m_c(4260) = 0.4895 m(3650) + 0.1505 m^*(4845) + 0.167, \quad (3)$$

$$m_c(5140) = -0.2469 m(3650) + 1.2469 m^*(4845) + 0.244, \quad (4)$$

en las cuales  $m^*(4845)$  representa la magnitud medida del continuo en  $4845 \text{ \AA}$ , de safetada de la contaminación producida por la emisión molecular en  $\lambda = 5140 \text{ \AA}$  ( $C_2$ ). Dicha magnitud se obtuvo de la siguiente expresión (A'Hearn y Vanysek 1986) :

$$m^*(4845) = m(4845) - 0.012 [m(5140) - m(4845)] \quad (5)$$

Los flujos en cada banda molecular y en las regiones del continuo cometario se obtuvieron a partir de :  $\log F(\lambda) = -0.4m(\lambda)$  y  $\log F_c(\lambda) = -0.4m_c(\lambda)$ . Finalmente, los flujos netos  $\Delta F = F(\lambda) - F_c(\lambda)$ , en unidades absolutas ( $\text{erg. cm}^{-2} \text{ seg}^{-1}$ ), se determinaron a partir de las siguientes expresiones :

$$F(\text{CN}) = (\alpha - 0.021T)10^{-7} [F(3871) - F_c(3871)] \quad (6)$$

$$F(C_3) = (1.381 + 0.003T)10^{-6} [F(4060) - F_c(4060)] \quad (7)$$

$$F(CO^+) = (5.90 - 0.005T)10^{-7} [F(4260) - F_c(4260)] \quad (8)$$

$$F(C_2) = 6.81 \times 10^{-7} [F(5140) - F_c(5140)], \quad (9)$$



en las cuales  $T$  es la temperatura del filtro y  $\alpha$  un factor que varía levemente con la velocidad radial heliocéntrica del cometa. Un valor típico de  $\alpha$  es  $5.3 \times 10^{-7} \text{ erg. cm}^{-2} \cdot \text{seg}^{-1}$ .

Los flujos netos observados del cometa Halley se presentan en la cuarta columna de la Tabla 3. En las columnas (3) y (5) se indican la distancia heliocéntrica inferida de las tablas de Edberg y Ferrín (1984) y los flujos netos en unidades absolutas ( $\text{erg. cm}^{-2} \cdot \text{seg}^{-1}$ ). La variación de los flujos netos  $\Delta F$  en función de la distancia heliocéntrica del cometa se muestra en la Figura 3.

Los errores porcentuales en los flujos se estimaron teniendo en cuenta las distintas fuentes de error, a saber: imprecisión en la estandarización de los filtros, incertidumbres en la definición del sistema estándar, errores producidos en la estimación de contaminaciones por otras bandas, incertidumbre en la dependencia de los flujos con las velocidades radiales heliocéntricas del cometa y errores accidentales en las mediciones fotométricas. Los errores típicos finalmente obtenidos oscilan entre el 10 % y 20 %.

De la Figura 3 se desprende que: (i) Los flujos netos - proporcionales a los correspondientes números de moléculas libres que los originan - decrecen en general con la distancia heliocéntrica  $R$ , excepto el correspondiente al ión  $\text{CO}^+$ , el cual no presenta una contribución detectable en ningún caso. Se confirma pues la presunción mencionada en la sección IV. (ii) Los mayores flujos detectados corresponden sucesivamente a las moléculas de  $\text{C}_2$ ,  $\text{CN}$  y  $\text{C}_3$ . La emisión de  $\text{CN}$  es típicamente un 70 % de la del  $\text{C}_2$ , mientras que la del  $\text{C}_3$  es aproximadamente un 20 %. (iii) El comportamiento general de los flujos absolutos en cada banda confirma lo inferido a partir de la Figura 2 en el sentido de que: (a) no existe contribución del ión  $\text{CO}^+$ ; (b) las emisiones moleculares en  $\text{C}_2$ ,  $\text{CN}$  y  $\text{C}_3$  disminuyen sensiblemente en el período 15 al 22 de marzo y 16 al 18 de abril, siendo inapreciables las variaciones en el período próximo al 30 de abril en virtud de la pequeñez de los flujos netos medidos.

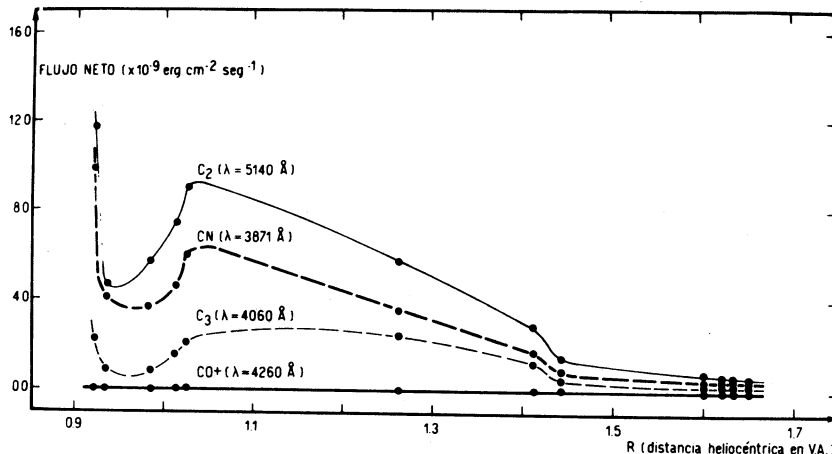


Fig. 3. Variación de los flujos netos (en unidades absolutas) del cometa Halley en función de la distancia heliocéntrica.

## VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El material recolectado en este trabajo no nos permite realizar afirmaciones concluyentes ya que las mismas deberán surgir como consecuencia del análisis e interpretación de todo el material observacional recolectado en la IHW. Algunas conclusiones, sin embargo, pueden enunciarse a partir de nuestros datos.

En primer lugar, en el período comprendido entre el 15 y 22 de marzo de 1986 pudo detectarse una disminución en la proporción de moléculas de  $\text{C}_2$ ,  $\text{CN}$  y  $\text{C}_3$  respecto de la presencia de polvo indicada por el continuo. Esta disminución podría estar relacionada en general con fenómenos en gran escala y, en par-

ticular, con eventos de desconexión reportados por varios observadores (Marsden 1986), incluyendo uno que hemos registrado fotográficamente sobre placas 103a-D obtenidas en Bosque Alegre los días 16.3632 y 17.3668 de marzo de 1986. Dicho evento, claramente visible en las placas I y II, se inició con un desprendimiento de material próximo a la cabeza del cometa (Placa I) y se propagó a lo largo de la cola iónica recorriendo una distancia angular de  $(66.9 \pm 5.0)$  minutos de arco (Placa II), en el lapso de 1.0036 días. Esto permitió determinar una veloci-



Placa I. Fotografía tomada el 16.3632 de marzo de 1986 en Bosque Alegre, donde se insinúa un desenganche en el borde sur de la coma (isodensitometría Sabatier). El oeste está arriba y el sur a la derecha.

Placa II. Fotografía obtenida el 17.3668 de marzo de 1986. Nótese que la discontinuidad se ha propagado 67 grados a lo largo de la cola tipo I.

1987RMxAA..14..651C

dad lineal del material de la cola de  $(25.0 \pm 1.5)$  km/seg, supuesta la cola iónica en dirección antisolar. Este constituye un valor típico en este tipo de fenómenos, como puede verse en el ejemplo presentado por Hogner y Richter (1980) respecto del cometa Mrkos 1957d, reproducido por Edberg y Ferrín (1985).

Resulta particularmente notable que la disminución fotométrica mencionada vuelva a repetirse, aunque con menor intensidad, alrededor de los días 17 y 30 de abril. Si se consideran las fechas observadas de esas disminuciones, a saber:  $18/3/86 \pm 3^d$ ,  $17/4/86 \pm 1^d$  y  $30/4/86 \pm 1^d$ , resulta que las mismas se suceden con un período  $P = 69.10 \pm 0.20$ , el cual representa un promedio pesado con la diferencia de ciclos. Si estos eventos coinciden efectivamente con las discontinuidades atribuidas al paso del cometa por las fronteras de los sectores magnéticos solares, deberíamos esperar desconexiones producidas con esa periodicidad en la temporada de nuestras observaciones. Precisamente, según Marsden (1986) este fenómeno fue notificado por distintos observadores entre el 10 y 11

TABLA 3. Flujos observados del cometa Halley

FECHA FILTRO R $\Delta F$				FECHA FILTRO R $\Delta F$			
(U.A.) (erg/cm.seg)				(U.A.) (erg/cm.seg)			
Marzo 15	II	0.923	0.0198	Abril 16	II	1.412	0.0035
	III		0.0016		III		0.0009
	IV		0.0000		IV		0.0000
	VI		0.0173		VI		0.0043
16	II	0.935	0.0082	18	II	1.442	0.0018
	III		0.0006		III		0.0004
	IV		0.0000		IV		0.0000
	VI		0.0068		VI		0.0022
19	II	0.983	0.0074	29	II	1.600	0.0010
	III		0.0006		III		0.0002
	IV		0.0000		IV		0.0000
	VI		0.0083		VI		0.0012
21	II	1.013	0.0093	30	II	1.620	0.0008
	III		0.0011		III		0.0002
	IV		0.0000		IV		0.0000
	VI		0.0108		VI		0.0008
22	II	1.025	0.0121	Mayo 1	II	1.630	0.0009
	III		0.0015		III		0.0002
	IV		0.0000		IV		0.0000
	VI		0.0133		VI		0.0010
Abril 6	II	1.263	0.0071	2	II		0.0009
	III		0.0017		III		0.0002
	IV		0.0000		IV		0.0000
	VI		0.0084		VI		0.0009



de abril de 1986, época en la que no pudieron registrarse observaciones desde Bosque Alegre. De acuerdo con el período obtenido en este trabajo, el mencionado hecho debería haber ocurrido el 10.9 de abril, en perfecto acuerdo con las observaciones reportadas. Esto confirma nuestra presunción y permite estimar la revolución "sinódica" solar respecto del cometa, suponiendo que los sectores magnéticos del sol tienen igual extensión. En tal caso, dicho período resulta  $P_c = 4P = 24.4 \pm 0.8$ . Por otra parte, la revolución sinódica solar (27.5 días) implica un movimiento medio  $\omega_1 = 13.091$  grados por día y el cometa en la temporada de observación retrogradó a razón de  $\omega_2 = 1.698$  grados por día, respecto del sistema de referencia en el cual la línea sol-tierra es un eje fijo. Por tanto, la revolución sinódica solar respecto del cometa resulta  $P_c = 360/(\omega_1 + \omega_2) = 24.3$  días. El valor de  $P_c$  determinado por los eventos fotométricos está en muy buen acuerdo con el valor medio antes mencionado.

Los autores expresan su agradecimiento a los Sres. J. R. Puerta, J. E. Laborde y H. Moyano por la asistencia prestada en la obtención de los datos.

#### REFERENCIAS

- A'Hearn, M.F. y Vanysek, V. 1985, IHW Circular, November 8.  
 A'Hearn, M.F. y Vanysek, V. 1986, February 3.  
 Edberg, S. y Ferrín, I. 1984, Manual para la observación de Cometas, Parte II, Univ. de Los Andes, Mérida, Venezuela.  
 Edberg, S. y Ferrín, I. 1985, Manual para la observación de Cometas, Parte I, Univ. de Los Andes, Mérida, Venezuela.  
 Hogner, W. y Richter, N. 1980, Atlas Isotométrico de cometas.  
 Marsden, B.G. 1986, IAU Circular No. 4209.  
 Milone, L.A. 1973, Bol. Asoc. Argentina Astron. No. 19, 33.  
 Osborn, W. 1986, Comunicación privada.  
 Sisteró, R.F. 1983, no publicado.  
 Sisteró, R.F., Clariá, J.J. y Lapasset, E. 1986, Bol. Asoc. Argentina Astron. No. 32 (en prensa).

#### DISCUSION

BRAVO: ¿Por qué se asocian los desgarramientos con los cruces de cambio del sector magnético en el medio interplanetario? ¿Cuál es el mecanismo que produce esto?

LAPASSET: El fenómeno de desenganche de las colas de tipo I con los cambios de polaridad magnética se describe por el modelo de Brandt (1981), establecido principalmente con datos de los cometas Kohoutek, Halley 1910 y otros. Se basa en la teoría de aniquilación y reconexión magnética frente a los cambios de polaridad (Brandt, J.C. 1981, *Comets*, IAU Colloquium No. 61).

Juan J. Clariá, Roberto F. Sisteró y Emilio Lapasset : Observatorio Astronómico de Córdoba, Laprida 854, 5000 Córdoba, Argentina.