

# ESTUDIO FOTOMETRICO DE EMISIONES MOLECULARES DEL COMETA HALLEY EN LA ETAPA DE POST-PERIHELIO

R.F. Sisteró<sup>1</sup>, J.J. Clariá<sup>1,2</sup> y E. Lapasset<sup>1,2</sup>

1 OAC

2 CONICET

**RESUMEN:** Se presentan resultados obtenidos en Bosque Alegre a partir de fotometría fotoeléctrica en bandas moleculares del cometa Halley. Las mayores emisiones medidas corresponden sucesivamente a las moléculas de  $C_2$ , CN y  $C_3$ , no existiendo contribución detectable del ión  $CO^+$ . Disminuciones de los flujos, observadas con una periodicidad  $P = 6^d.10 \pm 0^d.2$ , coinciden con eventos de desconexión registrados 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  $P_c = 24^d.4 \pm 0^d.8$ , en muy buen acuerdo con el valor medio de la rotación solar aparente respecto del cometa.

**ABSTRACT:** Results from photoelectric photometry in molecular bands of cometa Halley carried out at Bosque Alegre are presented. The largest emissions measured are those of molecules of  $C_2$ , CN and  $C_3$ , respectively. NO detectable contribution exists from the  $CO^+$  ion. Decreases in the fluxes, observed with a periodicity  $P = 6^d.10 \pm 0^d.0.2$ , coincide with disconnection events detected at Bosque Alegre and other observatories. If they correspond to the frequency of passage of magnetic solar sectors by the comet, a solar

"sinodic" rotation period  $P_c = 24^d.4 \pm 0^d.8$ , with respect to the comet, is deduced, in very good agreement with the mean value of the apparent solar rotation with respect to the comet.

## 1. INTRODUCCION

Durante el mes de mayo de 1983 los autores comenzaron las gestiones ante los Dres. M. F. A'Hearn y H. Campins de la Universidad de Maryland (Estados Unidos) para adquirir un conjunto de filtros interferenciales diseñados específicamente para la observación fotoeléctrica en bandas moleculares del cometa Halley. Dichos filtros fueron recibidos en el mes de mayo de 1985, fecha a partir de la cual los autores pasaron a formar parte de la "red de observación fotométrica" de la "International Halley Watch" (IHW).

En la Tabla 1 se indican las longitudes de onda centrales, anchos de banda y características espectrales dominantes de los 6 filtros utilizados. Si bien se recibieron dos filtros adicionales centrados en  $\lambda = 6840 \text{ \AA}$  (continuo rojo) y  $\lambda = 7000 \text{ \AA}$  ( $\text{H}_2\text{O}^+$ ), limitaciones propias del equipo utilizado (sensibilidad del fotocátodo) impidieron efectuar mediciones con los mismos. Como se aprecia en la Tabla 1, cuatro de los seis filtros están centrados en regiones del espectro donde predominan emisiones cometarias de CN,  $\text{C}_3$ ,  $\text{CO}^+$  y  $\text{C}_2$ , respectivamente, mientras que los dos restantes, centrados en  $\lambda = 3650 \text{ \AA}$  y  $\lambda = 4845 \text{ \AA}$ , incluyen dentro de sus bandas porciones del espectro continuo ultravioleta y azul.

**TABLA 1**

Características principales de los filtros interferenciales utilizados.

Filtro	Característica espectral dominante	Longitud de onda central (Å)	Ancho de banda (Å)
I	Continuo Ultravioleta	3650	80
II	Emisión de CN	3871	50
III	Emisión de C <sub>3</sub>	4060	70
IV	Emisión de CO <sup>+</sup>	4260	65
V	Continuo azul	4845	65
VI	Emisión de C <sub>2</sub>	5139	90

En un primer momento la intención de los autores consistió simplemente en examinar hasta que punto era posible realizar observaciones fotoeléctricas de cometas en bandas estrechas ( $\Delta\lambda \leq 100 \text{ \AA}$ ) desde Bosque Alegre. Una vez realizadas las primeras pruebas con el cometa Halley, el objetivo fundamental consistió en obtener flujos radiantes del mencionado cometa en 6 bandas cuidadosamente seleccionadas y analizar e interpretar las posibles variaciones temporales.

En este trabajo sólo presentamos los principales resultados obtenidos a partir de las mediciones fotométricas. Las observaciones individuales, errores medios involucrados y una discusión detallada de los métodos empleados y los resultados obtenidos puede verse en una versión más completa del presente estudio (Claría y otros 1986).

## 2. OBSERVACIONES

Todas las observaciones fotoeléctricas fueron llevadas a cabo por el telescopio de 1.54 m de Bosque Alegre (Córdoba, Argentina), durante los meses de marzo, abril y mayo de 1986. El equipo utilizado incluyó básicamente un fotómetro de tipo convencional con amplificador DC General Radio y un fototubo RCA 1P21 refrigerado con hielo seco. Salvo unas pocas excepciones, todas las mediciones fueron realizadas en un diafragma circular de 15.75 mm de diámetro, equivalente a 98 segundos de arco. En total se obtuvieron 450 magnitudes fotoeléctricas individuales del cometa Halley, las cuales representan las primeras observaciones fotoeléctricas de un cometa realizadas desde Bosque Alegre. Estas observaciones fueron reducidas al sistema standard de la IHW (A'Hearn y Vanysek 1985).

En 8 de las noches observadas se determinaron coeficientes de extinción atmosférica de primer orden utilizando el método de Bouguer y aproximaciones por mínimos cuadrados. A continuación se indican los coeficientes medios de extinción obtenidos, juntamente con las correspondientes desviaciones standard:

$$K(3650) = 0.552 \pm 0.058$$

$$K(3871) = 0.443 \pm 0.029$$

$$K(4060) = 0.365 \pm 0.028$$

$$K(4260) = 0.310 \pm 0.033$$

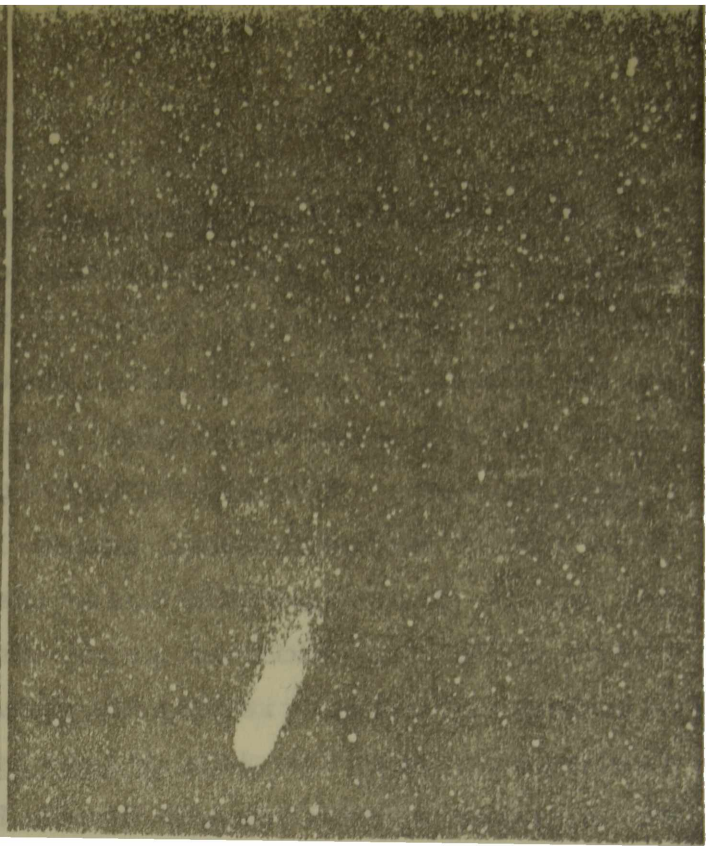
$$K(4845) = 0.214 \pm 0.023$$

$$K(5140) = 0.178 \pm 0.020$$

Los coeficientes medios determinados en las seis bandas utilizadas son consistentes con los valores medios correspondientes a las longitudes de onda equivalentes del sistema UBV (Milone 1973).



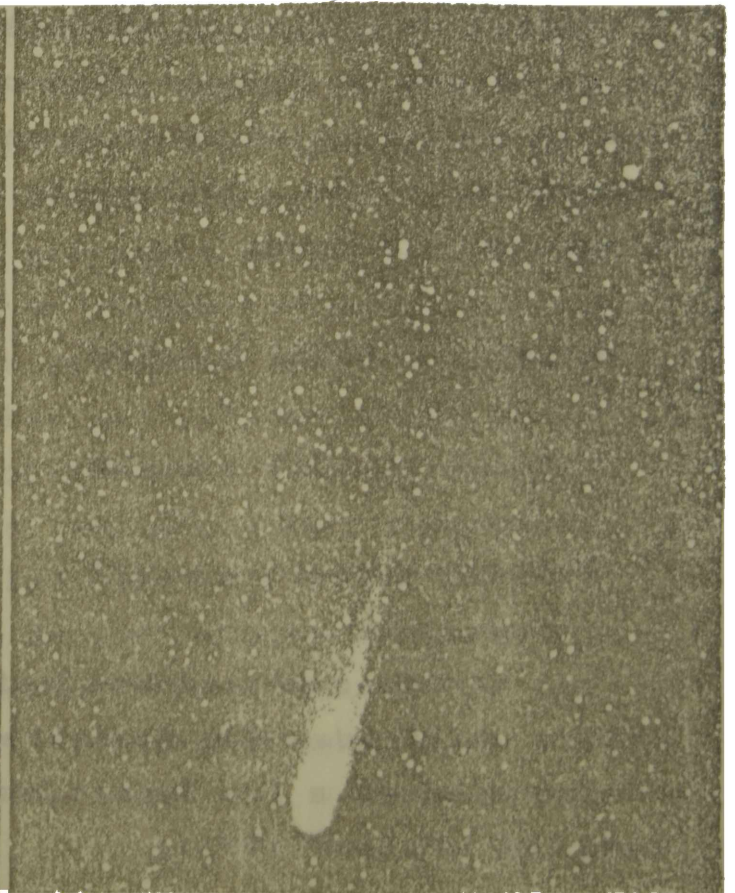
Placa I: Fotografía obtenida en Bosque Alegre del cometa Halley (Placa 103a-D) el 14 de marzo de 1986 con 15 minutos de exposición. El norte y el este corresponden a la izquierda y a la parte inferior de la fotografía, respectivamente.



Placa II: El cometa Halley fotografiado el 15 de marzo con 10 minutos de exposición.



Placa III: Placa 103a-D tomada el 16.3632 de marzo de 1986 en Bosque Alegre donde se insinúa un desenganche en el borde sur de la coma,



Placa IV: Placa 103a-D obtenida el 17.3668 de marzo de 1986 Bosque Alegre. Nótese que la discontinuidad se ha propagado 67 grados a lo largo de la cola tipo I,

Simultáneamente con las mediciones fotoeléctricas se tomaron fotografías directas del cometa usando una cámara Tessar f/4.5-150 mm montada sobre un telescopio de 1.54 m. Dichas fotografías, varias de las cuales se muestran en las Placas I-IV, 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" (ver Placas III y IV), sobre el que hablaremos en la próxima sección.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

Las magnitudes fotoeléctricas medidas en la etapa de post-perihelio (ver Figura 1) oscilan entre 4 y 10, notándose en general una disminución progresiva del brillo cometario en las 6 bandas usadas, a medida que aumenta la distancia heliocéntrica del cometa. Entre el 15 y 22 de marzo de 1986, sin embargo, pudo detectarse una brusca variación en las magnitudes aparentes fotoeléctricas, particularmente notable en las bandas de CN, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>, lo que se repite el 17 y el 30 de abril, aunque con menor intensidad.

Con el propósito de investigar hasta qué punto las fluctuaciones temporales de las magnitudes observadas están efectivamente reflejando variaciones reales de las emisiones moleculares - originadas en las envolturas que rodea el núcleo cometario propiamente dicho - se transformaron los parámetros medidos (magnitudes) a flujos netos en unidades absolutas ( $\text{erg.cm}^{-2}.\text{seg}^{-1}$ ), usando las ecuaciones dadas por A'Hearn y Vanysek (1986). Por flujo neto entendemos la diferencia entre el flujo total medido en la banda y el correspondiente al continuo cometario interpolado, previamente desafectado de la contaminación producida por las emisiones moleculares próximas a la banda en cuestión.

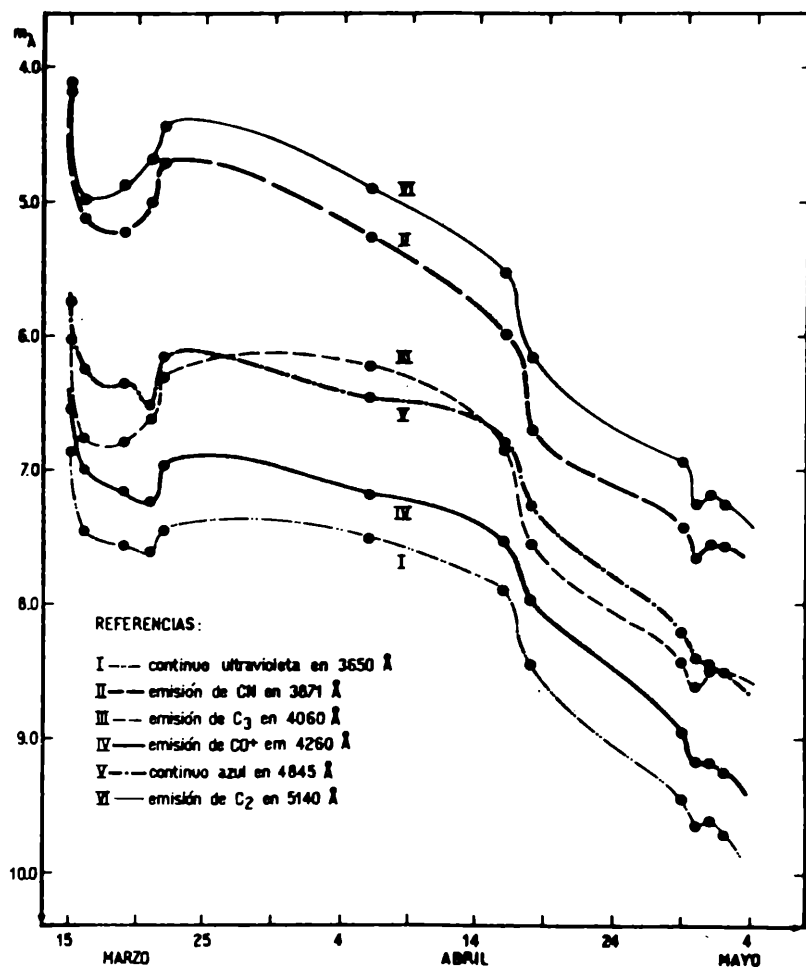


Figura 1: Curva de luz del cometa Halley en las 6 bandas estrechas utilizadas.

Un análisis de la variación de los flujos netos con la distancia heliocéntrica del cometa muestra que : (1) Dichos flujos disminuyen en general con la distancia heliocéntrica. (2) Los mayores valores medidos corresponden sucesivamente a las moléculas de C<sub>2</sub>, CN y C<sub>3</sub>. (3) La emisión de CN representa aproximadamente un 70 % de la correspondiente al C<sub>2</sub>, en tanto que la emisión del C<sub>3</sub> es típicamente un 20 %. (4) No pudo detectarse contribución alguna del ión molecular CO<sup>+</sup>. (5) Entre el 15 y el 22 de marzo de 1986 hubo una brusca disminución en la proporción de moléculas de C<sub>2</sub>, CN y

C<sub>3</sub>, respecto del polvo, la que coincide con eventos de desconexión reportados por varios observadores (Marsden 1986). Uno de estos eventos detectado por nosotros en placas 103a-D tomadas en Bosque Alegre (y comunicado a la UAI), comenzó como un desprendimiento del borde sur de la cabeza del cometa (Placa III) y se propagó a lo largo de la cola iónica a una velocidad lineal de  $(25.0 \pm 1.5) \text{ km. seg}^{-1}$ , recorriendo una distancia angular de 67 minutos de arco (Placa IV).

La disminución fotoeléctrica mencionada fue también detectada, aunque con menor intensidad, alrededor de los días 17 y 30 de abril, lo que nos hizo presumir que el fenómeno pudo haberse repetido un período  $P = 6.^d.10 \pm 0.^d.20$ . Si las disminuciones fotométricas coinciden con las discontinuidades atribuidas al paso del cometa por las fronteras de los sectores magnéticos solares, deberían haberse producido desconexiones con esa periodicidad en la temporada de nuestras observaciones. En particular, debería haber ocurrido algún evento de desconexión el 10.9 de abril, en perfecto acuerdo con las observaciones reportadas por Marsden (1986). Nuestra presunción quedó entonces prácticamente confirmada, permitiéndonos a su vez estimar en 24.4 días la revolución "sinódica" solar respecto del cometa. Puesto que 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), resulta para la revolución sinódica solar respecto del cometa el valor  $P_c = 360 / (\omega_1 + \omega_2) = 24.^d.3$ . Este período está en excelente acuerdo con el valor de  $P_c$  determinado en los eventos fotométricos.

Los autores expresan su agradecimiento a los Sres. Juan 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: IHW Circular, February 3.  
Clariá, J.J.; Sisteró, R.F. y Lapasset, E. 1986: En  
preparación.  
Edberg, S. y Ferrín, Ig. 1985: Manual para la observación de  
los Cometas, Parte I : Métodos. LIADA.  
Marsden, B.G. 1986: IAU Circular No. 4209.  
Milone, L.A. 1973: Bol. Asoc. Arg. Astron. 19, 33.