

El cometa C/2001 Q4 (NEAT):

Estudio de su comportamiento

Gustavo E. Ballán

Asociación Santafesina de Astronomía
gballan@infovia.com.ar

1. Introducción

En el año 2001 y como producto de un programa para la detección de asteroides que puedan pasar cerca de la Tierra (el denominado NEAT, sigla de Near Earth Asteroid Tracking, seguimiento de asteroides cercanos a la Tierra) fue descubierto un cometa, identificado como C/2001 Q4.

Este cometa tuvo su máximo acercamiento a la Tierra en mayo de 2004, con pocos días de diferencia respecto de su máximo acercamiento al Sol. La geometría de su órbita permitió a los observadores del hemisferio sur un buen seguimiento de su aproximación. Posteriormente, el cometa estuvo favorablemente ubicado para su observación tanto por los aficionados boreales como por los australes, antes de adentrarse definitivamente en el firmamento del hemisferio norte.

Se presenta aquí un compendio de las mediciones de este cometa que se han recibido en la Asociación Santafesina de Astronomía desde fines del año 2003 hasta el fin del mes de mayo de 2004.

Se presenta además un análisis de la variación del brillo del mismo, determinando los principales parámetros (magnitud absoluta y "slope parameter"), y también se indican los diámetros de la coma y longitud de la cola que ha alcanzado el cometa.

2. Estimación del brillo del cometa

Visualmente, los cometas son objetos nebulosos que presentan una estructura compuesta básicamente de una cabeza (núcleo y coma) y una o más colas. Esta estructura complica la estimación de brillo de un cometa, dado que la escala de magnitudes está definida para objetos que se aprecian visualmente como puntuales, y no como objetos nebulosos.

Para definir la magnitud de un objeto que ocupa una determinada superficie angular, lo lógico sería concentrar todo el brillo del mismo en un punto. Esto puede funcionar en la teoría, pero en la práctica resulta casi imposible concentrar toda la luz de un objeto difuso en un punto para así poder compararlo con otros objetos puntuales (específicamente, estrellas de magnitud conocida). Es por ello que el camino que se sigue es justamente el contrario: en vez de llevar el cometa a un

punto, se desenfocan las estrellas hasta lograr que su diámetro angular sea el mismo que el del cometa. Es entonces cuando se realiza la comparación.

Existen varios métodos para estimar la magnitud de un cometa, siendo los más comúnmente empleados para los cometas los siguientes:

- a. **Sidgwick (Vsekhsvyatskii–Stevenson–Sidgwick)**: el cometa en foco es comparado con las estrellas desenfocadas (las estrellas deben desenfocarse hasta que tengan el mismo diámetro aparente que el cometa en foco). Es aplicable a cometas difusos, de bajo grado de condensación (DC = 1 o 2, eventualmente 3).
- b. **Bobrovnikoff (Van Biesbroeck–Bobrovnikoff–Meisel)**: se desenfocan tanto las estrellas como el cometa. Es aplicable sólo a cometas muy concentrados (DC = 8 y 9, eventualmente 7).
- c. **Morris**: el cometa es desenfocado ligeramente y se lo compara con las estrellas desenfocadas (como antes, el desenfoco debe ser tal que alcancen el mismo diámetro aparente que el cometa). Es un caso intermedio entre los anteriores (o, visto de otra manera, los anteriores son casos particulares de este método). Se aplica en cometas con DC entre 3 y 7 inclusive.
- d. **Beyer**: también conocido como el método de "extinción", consiste en desenfocar los objetos a estimar para detectar en qué momento están tan desenfocados que desaparecen de la vista. Sólo aplicable a estrellas o a cometas muy puntuales y/o concentrados.

La magnitud reportada de los cometas suele ser denominada "m1", que es la magnitud integrada de la cabeza del cometa. En algunos casos se han reportado valores de la magnitud "m2", que es la del núcleo. Sin embargo, el verdadero núcleo es raramente visible (la mayoría de las veces, lo que se observa como un objeto puntual en el centro de la cabeza de un cometa es un pseudo-núcleo que incluye al núcleo propiamente dicho y a las partes más brillantes de la coma). De aquí en adelante, trabajaremos con la magnitud m1.

3. Parámetros para la determinación de la magnitud del cometa

La magnitud aparente de un cometa puede estimarse mediante el uso de la siguiente fórmula (Meeus, 1998):

$$M = g + 5 \log \Delta + \kappa \log r$$

donde **m** es la magnitud aparente del cometa, **g** es la magnitud absoluta (en ocasiones se la indica con H), Δ es la distancia geocéntrica en UA, κ es un coeficiente llamado "slope parameter" (en ocasiones se lo indica con G) y **r** es la distancia heliocéntrica en UA.

Para determinar los parámetros **g** y κ , la ecuación anterior puede transformarse a la siguiente (Meeus, 1998):

$$m - 5 \log \Delta = \kappa \log r + g$$

Esta ecuación es la expresión de una recta de la forma $y = ax + b$, con $y = m - 5 \log \Delta$ y $x = \log r$. En esta expresión, la pendiente **a** de la recta es el denominado "slope parameter" κ (de allí su nombre, dado que "slope parameter" podría traducirse como "parámetro de pendiente"), mientras que la ordenada al origen **b** es igual a la magnitud absoluta **g** del cometa.

La determinación de los parámetros se reduce entonces a hacer una regresión lineal partiendo de las magnitudes reportadas m e introduciendo los valores de Δ y r correspondientes a cada fecha.

4. Evolución del brillo del cometa C/2001 Q4 (NEAT)

En diciembre de 2003, el cometa sólo resultaba visible a través de telescopios y grandes binoculares. En enero de 2004 el cometa se hallaba aun a 342 millones de kilómetros del Sol (2,29 UA) y a 388 millones de kilómetros de la Tierra (2,59 UA), con una magnitud aparente de 10.

A medida que se acercaba tanto a la Tierra como al Sol, el cometa fue ganando brillo, llegando a la magnitud 7 a mediados de marzo de 2004, y quedando así al alcance de binoculares incluso desde grandes ciudades. A fines de ese mismo mes su magnitud era de 6, para llegar menos de treinta días después a magnitud 4, lo que lo hizo visible a simple vista no sólo desde cielos oscuros sino también desde lugares con una polución lumínica no muy intensa. La Figura 1 muestra las magnitudes reportadas entre diciembre de 2003 y mayo de 2004.

5. La coma y la cola del cometa C/2001 Q4 (NEAT)

Llegaron a reportarse diámetros de hasta 25' de arco para la coma entre el 30 de abril y el 12 de mayo, con el cometa situado a una distancia de entre 48,3 y 54 millones de kilómetros. Esto implica que su coma llegó a medir unos 400.000 kilómetros de diámetro.

Con el cometa más lejos de la Tierra, valores reportados entre fines de marzo y principios de abril permiten calcular que la coma puede haber alcanzado valores de hasta 600.000 kilómetros de diámetro. El diámetro promedio calculado a partir de los reportes entre los meses de marzo y mayo es de 290.000 kilómetros.

La Figura 2 muestra los diámetros de coma reportados. Tanto este parámetro como la estimación de la longitud de la cola del cometa resultan fuertemente influenciados por la condición del cielo; es por ello que se presentan grandes variaciones, mucho más notables desde los últimos días de abril en adelante, cuando el cometa estaba más cerca de nuestro planeta.

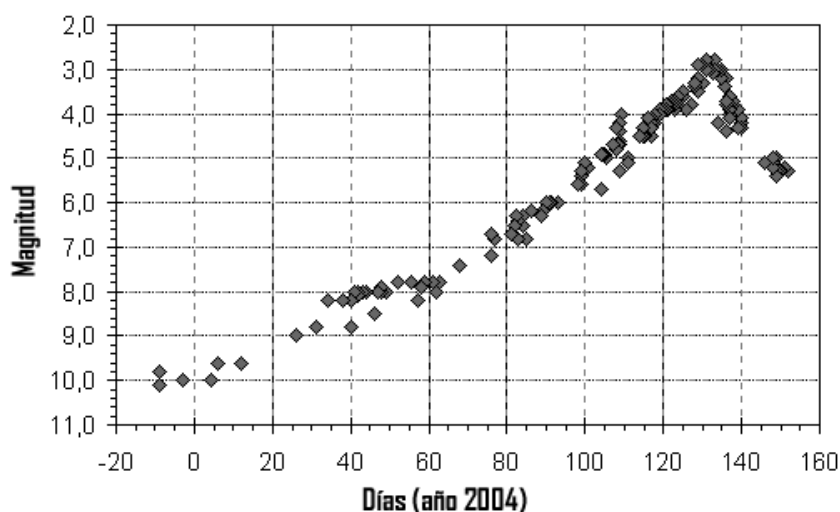


Figura 1. Evolución de la magnitud aparente del cometa C/2001 Q4 (NEAT).

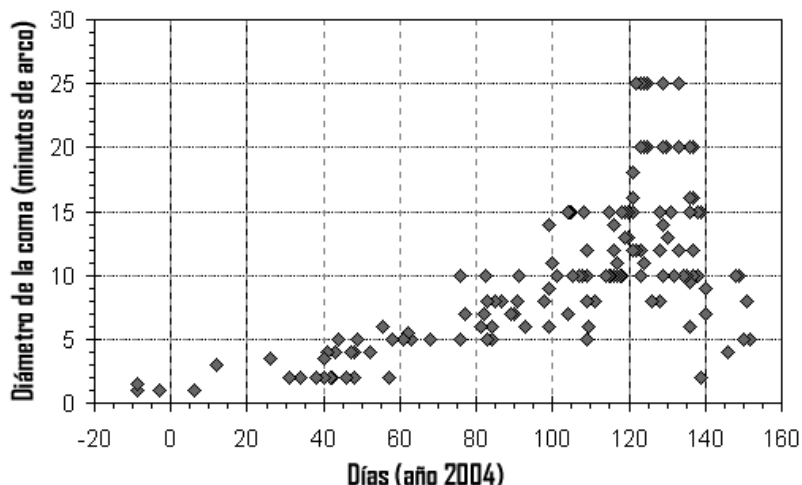


Figura 2. Evolución del diámetro de la coma del cometa C/2001 Q4 (NEAT).

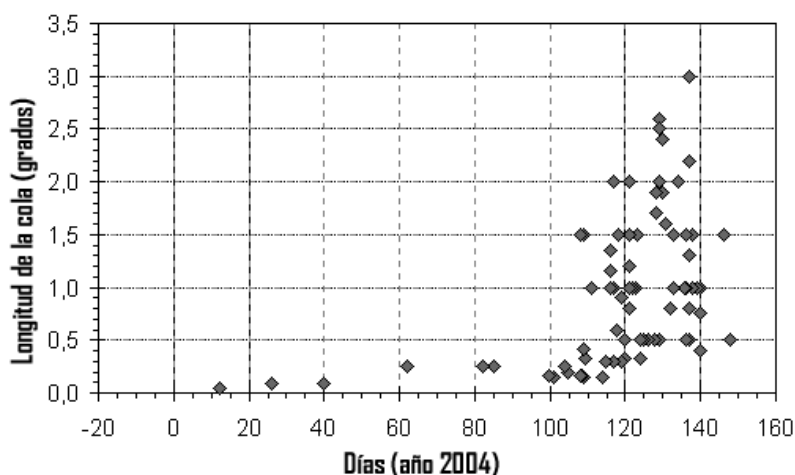


Figura 3. Evolución de la longitud de la cola del cometa C/2001 Q4 (NEAT).

6. Estudio de los parámetros de magnitud del cometa C/2001 Q4 (NEAT)

La Figura 4 muestra los datos reportados luego de la transformación indicada en el segundo punto de este documento. La ecuación resultante es:

$$m - 5 \log \Delta = 4,02 \log r + 5,62$$

Resulta entonces:

g = 5.62, magnitud absoluta

κ = 4.02, slope parameter

El coeficiente de correlación no es muy alto ($R^2 = 0,46$). Sin embargo, el ajuste obtenido es muy bueno, como puede apreciarse en la Figura 5. La máxima diferencia entre una magnitud reportada y la calculada con la fórmula anterior es de 0,9 magnitudes. La diferencia promedio es de 0,3 magnitudes y el 75% de los reportes difieren de la magnitud calculada en 0,4 magnitudes o menos.

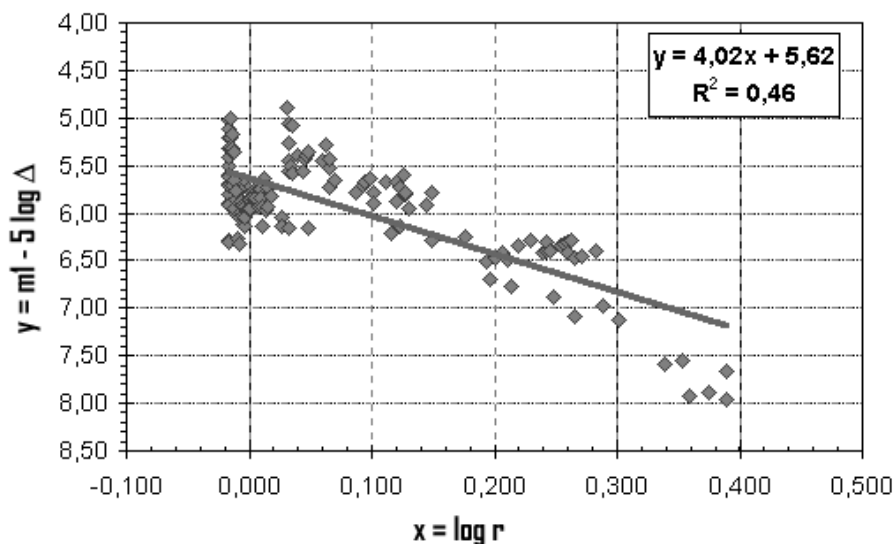


Figura 4. Determinación de los parámetros de magnitud del cometa C/2001 Q4 (NEAT).

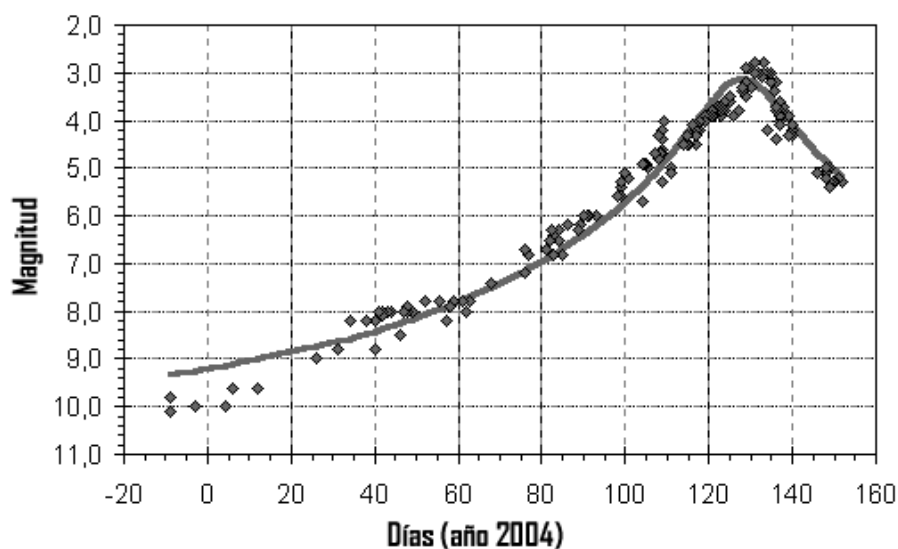


Figura 5. Comparación entre las magnitudes reportadas (nube de puntos) y las magnitudes calculadas (curva continua) para el cometa C/2001 Q4 (NEAT).

5. Referencias

Meeus, J. (1998). *Astronomical Algorithms*, Second Edition. Editorial Willmann-Bell.