

EL COMETA 32P

TRINIDAD CADEFAU SURROCA;¹

MARIA ASSUMPCIÓ CATALÀ POCH²

¹INSTITUT D'ENSENYAMENT SECUNDARI PERE BORRELL,
PUIGCERDÀ.

b7005741@centres.xtec.es

²DEPARTAMENT D'ASTRONOMIA, UNIVERSITAT DE BARCELONA.

catala_poch@menta.net

Paraules clau: *cometes periòdics, Comas Solà, 32P/Comas Solà*

The comet 32P

Summary: Josep Comas Solà, a Catalan astronomer, discovered the periodic comet 32P in 1926, this is why it's called 32P/Comas Solà. Since then in its successive returns to the Sun it was observed before and after perihelion passage and its orbit calculated. We present a study of these results to explain the history and the evolution of this comet.

Key words: periodic comets, Comas Solà, 32P/Comas Solà

El cometa 32P/Comas Solà, actualment anomenat 32P (P per tractar-se d'un cometa de curt període i 32 per ser el cometa número 32 del qual s'ha demostrat la seva periodicitat), va ésser descobert per l'astrònom català Josep Comas Solà el 4 de novembre de 1926 en el seu pas pel periheli. De magnitud 12 i amb un diàmetre de 0,5' presentava una condensació al centre, es trobava a la constel·lació de Cetus i tenia un lleuger moviment nord-oest. Des de llavors en les seves deu aparicions ha estat sempre vastament observat, i per aquest motiu també ha estat analitzat el seu moviment. Comas Solà va descobrir-lo en les seves observacions del cel mentre utilitzava un mètode fotogràfic per a detectar possibles petits planetes o asteroides. En principi es va apuntar la possibilitat que

fos un retorn del cometa 113P/Spitaler. El càlcul de la seva òrbita i el seu retorn l'any 1935 ho varen descartar (Baldet, 1927; Cromelin, 1927).

La taula 1 mostra els successius passos pel periheli. En la primera columna figura el nom actual del cometa; en la segona, tal com se l'ha anomenat anteriorment segons el vell sistema de nomenclatura; en la tercera i quarta, el nom del redescobridor i el període durant el qual ha estat observat, respectivament.

Taula 1. Retorns del cometa 32P (Marsden *et al.*, 1995)

Nom actual	Designació anterior	Descobridor / redescobridor	Període d'observació
32P/1926V1	1927 III = 1926 f	Comas Solà	4 novembre 1926 al 31 maig 1927
32P/1935P1	1935 IV 0 1935 c	Jeffers	9 agost 1935 al 16 juliol 1936
32P	1944 II	Oterma	2 octubre 1943 al 15 juny 1944
32P	1952 VII = 1951 h	Cunningham	7 juliol 1951 al 4 juliol 1953
32P/1960VL	1961 III = 1960 f	Roemer-Marsden	29 juny 1960 al 4 maig 1962
32P	1969 VIII = 1968 g	Roemer	1 juliol 1970 al 27 octubre 1968
32P	1978 XVII = 1977 n	Mc.Crosky-Schwartz-Sao	26 abril 1979 al 11 setembre 1977
32P	1987 XVIII = 1986 j	Gehrels-Scatti	19 maig 1986 al 28 juliol 1988
32P	Retorns anys 1996, 2005 - Nou sistema per a designar els cometes amb efecte		
32P	l'1 de gener de 1995		

Moviment orbital del cometa 32P

La taula 2 recull els elements orbitals del cometa 32P/Comas Solà en els successius retorns. En el càlcul de l'òrbita s'han considerat les perturbacions dels 8 planetes i Plutó. És un cometa de distància perihèlica q , bastant gran, quelcom variable, aproximadament d'1,8 UA; amb una excentricitat e de 0,6; període de revolució P , que oscil·la entre 8,5 i 9 anys; argument del periheli ω , entre 38° i 46° , longitud del node ascendent Ω , entre 67° i 68° i inclinació i , d'uns 13° , tots ells, valors referits a l'equinocci 2.000,0.

Si es té present la distribució del nombre de cometes de curt període amb més d'un pas en funció de cada un dels elements orbitals, veiem que els valors del cometa 32P cauen dins de l'interval de major freqüència, a excepció de l'argument del periheli, molt diferent de $0^\circ/360^\circ$ o 180° , la qual cosa indicaria que el node no és proper al periheli i té tendència a separar-se'n. La distància nodal del cometa 32P/Comas Solà és aproximadament d'1,8 UA, la qual cosa ens indicaria que forma part de la família de cometes de Venus, la Terra i Mart, és a dir, el seu moviment estarà particularment influenciat per aquests planetes, sense que això

Taula 2. Elements orbitals del cometa 32P (B. G. Marsden & G. V. Williams, 1995)

Cometa	T	q (UA)	e	P (any)	ω (°)	Ω (°)	i (°)	Època
32P/1926 VI	22.1980 març 1927	1,772493	0,574949	8,52	38,5085	66,6027	13,7657	21 març 1927
32P/1935 P1	6.5759 oct. 1935	1777142	0,574447	8,53	38,8135	66,3790	13,7246	5 oct. 1935
32P	11.4962 abr. 1944	1,766569	0,575761	8,50	38,8844	66,3951	13,7341	20 abr. 1944
32P	10.7805 set. 1952	1,766919	0,576976	8,54	39,9718	63,5840	13,4699	25 set. 1952
32P	4.0444 abr. 1961	1,777192	0,576102	8,58	40,0449	63,5181	13,4442	11 abr. 1961
32P	29.0640 oct. 1969	1,768771	0,576926	8,55	40,0907	63,2450	13,4501	26 oct. 1969
32P	24.2266 set. 1978	1,869869	0,565816	8,94	42,8662	63,0981	12,9603	9 set. 1978
32P	18,6933 ag. 1987	1,830271	0,569813	8,78	45,5450	61,0541	12,9553	2 set. 1987
32P *	10,4724 juny 1996	1,846364	0,567794	8,83	45,7651	60,8695	12,9173	6 juny 1996
32P **	1,3335 abr. 2005	1,833019	0,569268	8,78	45,8238	60,7949	12,9273	30 gen. 2005

* (Królikowska, 1998)

** (MPC 52907)

vulgui dir que la resta de planetes no influeixin en la seva òrbita. Així, el seu període és menor de 20 anys, per tant, és probable que en algun temps s'apropi a Júpiter i aquest alteri de forma important el seu moviment: el maig de 1912 es va apropar a 0,18 UA (Królikowska, 1998) i l'any 2007 s'esperava que es tornés a apropar. Com a conseqüència, en el proper pas pel periheli l'any 2014, la distància perihèlica augmentarà a 2,00 UA i el seu període serà de 9,57 anys.

La influència de les forces no gravitatories degudes a la sublimació és variable en els diferents cometes i causa de les irregularitats en els seus moviments. En alguns casos es poden determinar els efectes orbitals i, implícitament, les corbes visuals de llum dels cometes seran les que aportaran més informació de la seva activitat. Si analitzem el valor dels paràmetres no gravitatoris, A_1 i A_2 del cometa 32P, observarem que aquests varien en magnitud, i en el cas de A_2 també en signe. B. G. Marsden i Z. Sekanina (1973) van calcular la variació de les forces no gravitatories amb la distància heliocèntrica per a un total de catorze cometes, nou dels quals són de curt període, i entre ells figura el cometa 32P/Comas Solà, van analitzar els valors dels seus paràmetres no gravitatoris i van classificar aquest cometa com a *erràtic*, ja que els valors dels paràmetres que obtenien no eren satisfactoris per a més de tres observacions (variaven). Aquest resultat està d'acord amb el trobat per G. Forti (1983), el qual també considerarà que segurament va estar sotmès a algun canvi físic durant el període 1943-1960, i apuntà una modificació de la direcció de

l'eix de rotació del nucli. N. Belyaev i K. P. Ivanovskaya (1985) estudiaren l'evolució d'alguns cometes periòdics, trenta-quatre en total, classificaren en tres grups aquests cometes segons si mantenien els seus paràmetres no gravitatoris constants o variaven el segon en quantitat o en quantitat i signe. En aquest últim grup figurava el cometa 32P/Comas Solà, i conclouen que la influència de les forces no gravitatoris en l'evolució de les òrbites dels cometes de curt període era variable i especialment important en aquells que s'apropen a Júpiter.

Diversos autors han calculat els elements orbitals i els paràmetres no gravitatoris del cometa 32P per a futurs retorns: B. G. Marsden i E. Roemer (1982), Z. Sekanina (1985), etc. La figura 1 mostra els valors del paràmetre no gravitatori A_2 per al cometa 32P fins l'any 1986, en els retorns de 1996 i 2005 aquest s'avalua en $-0,1125 \cdot 10^{-8}$ UA/dia² i $-0,0946 \cdot 10^{-8}$ UA/dia² respectivament. Z. Sekanina (1993) analitzà el paràmetre A_2 i observà que varia en magnitud i signe, és a dir, la desacceleració que afectaria el moviment orbital del cometa deguda a les forces no gravitatoris canviaria per una acceleració. Per altra part, aquest paràmetre varia ràpidament i presenta un caràcter sistemàtic, s'observa un màxim prop de 1940, és a dir, la tendència de A_2 a augmentar canvia per la tendència a disminuir, la qual cosa li suggereix que abans de 1944 alguna cosa va passar al nucli. Creu que va ser l'inici d'un episodi de sortida de gas. Królikowska (1998) tornà a calcular el valor de les components de la força no gravitatori. Així, per la component normal, A_2 , trobà que la desacceleració del moviment que presenta abans del 1943 es converteix en una gran acceleració anòmala després de 1960. La component radial, A_1 , varia menys, i la component normal, A_3 , que és avaluada per primer cop, és comparable a la transversal.

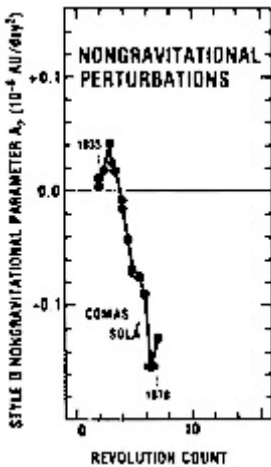


Figura 1. Variacions en el paràmetre A_2 (Sekanina, 1993).

Magnitud del cometa

La magnitud màxima en els seus retorns ha estat entre 12 i 13. El cometa presenta una excepcional brillantor deguda a la condensació del seu nucli, confirmada per la petita diferència entre la seva magnitud total i la seva magnitud nuclear, que durant l'aparició de 1961 va ser presa per diferents observadors (Bortle, 1969; Roemer, 1966; Scotti, 1995). D. D. Meisel i C. S. Morris (1982) van calcular els paràmetres visuals fotomètrics dels cometes que van passar entre 1974 i 1981, i avaluaren una magnitud absoluta de 8,5 per al cometa 32P/Comas Solà en el seu pas de 1978, i tenen en compte l'arc de l'òrbita al voltant del periheli ($q = 1,8$ UA) comprès entre 1,98 UA i 1,99 UA, i creien que el cometa no s'ha debilitat des del seu descobriment.

Z. Sekanina (1985) mostrà les corbes de llum del cometa esquematitzades en els successius passos des de 1927 a 1978. En el seu treball, ens proporcionà informació sobre: observadors, instruments utilitzats i correccions aplicades. Va incidir en què s'alternen les aparicions del cometa amb observació favorable en el preperiheli i postperiheli, conseqüència directa del fet que el període orbital del cometa és de gairebé 8,5 anys. Inspeccionà les variacions de la corba de llum durant varies observacions i trobà una gran similitud entre les obtingudes durant el període de 1927 a 1944, que contraresten amb la corba de llum de 1961, la qual presenta un màxim uns 110 dies abans del periheli, que clarament no hi és en les primeres. Confrontà aquests resultats amb el valor del paràmetre A_2 , positiu en les primeres aparicions i posteriorment negatiu, la qual cosa permet pensar en una correlació entre les dades fotomètriques i orbitals del cometa amb el seu comportament físic.

Característiques físiques

El cometa és excepcionalment brillant i la seva condensació està descrita com aguda o essencialment estel·lar, característica que indicaria un cometa ric en pols. La cua en general es descriu com àmplia i de gran estructura i la cabellera, essencialment esfèrica. Z. Sekanina (1985) mostrà l'orientació de la cua del cometa en les successives aparicions 1927-1978 i estudià les característiques del nucli del cometa 32P/Comas Solà en base a un model de precessió del nucli. Determinà dues possibles solucions, segons les quals el nucli del cometa serà un esferoide de massa 2×10^{15} o $2,7 \times 10^{15}$ g i amb l'eix de rotació sotmès a un moviment de precessió ràpid. Creia que poc després del pas pel periheli el 1952, el cometa va ésser alterat per una pertorbació en l'obliquïtat i, com a conseqüència, l'eix de rotació va canviar la seva direcció, i a partir d'aquest moment va variar la seva precessió essent molt diferent en l'aparició de 1961. L'obliquïtat del pla equatorial del cometa relativa al pla de l'òrbita també canviaria ràpidament.

Z. Sekanina (1993) tornà a estudiar el cometa 32P com a element del grup de quarantatres cometes de curt període amb cinc o més passos pel periheli. Estudià el paràmetre no gravitatori A_2 i el representà en funció del nombre d'any del pas (vegeu figura 1). Creia que les pertorbacions són el producte del moment transferit al cometa com a conseqüència de la sublimació de l'aigua gelada d'una petita sortida sobre el nucli en rotació, i estudià la va-

riació dels elements orbitals suposant un model modificat, model base. Explicà el comportament del cometa 32P/Comas Solà. Per fer-ho, encara que tenia en compte els retorns del cometa entre 1935 i 1987, centrà el seu estudi en les aparicions de 1944 a 1978; d'aquesta manera l'efecte total podia explicar-se per una sortida de gas d'una àrea activa que cobriria aproximadament 4 km^2 . La precessió necessària en aquest cas és menor que la implicada per l'altre model de nucli (Sekanina, 1985). Ara bé, el conjunt de les variacions en A_2 està limitat a l'interval de temps especificat, la qual cosa podria suposar un principi d'episodi d'expulsió de gas, que tindria lloc després del pas pel periheli de 1927 o abans del pas pel periheli de 1935. Per Królikowska (1998), aquests resultats indicarien que les regions actives, si existeixen, són de curta durada en comparació amb el temps total observat.

Królikowska (1998) basà el seu estudi en 582 observacions entre el 4 de novembre de 1926 i el 10 de març de 1996. Calculà la força no gravitatòria que actua sobre el nucli cometari en rotació amb una superfície en sublimació, va aconseguir lligar tots els valors dels paràmetres no gravitatoris suposant que l'activitat cometària és asimètrica durant el pas del cometa pel periheli i aquesta concorda amb les asimetries de les corbes de llum observades (Sekanina, 1993). Així, si la relació entre les dues variables, massa i període, cau dins de la zona dels cometes de grandària i període coneguts, per un model de nucli en forma d'esferoide allargat, el període seria de $14 \pm 4 \text{ h}$ i si fos un esferoide aplanat seria de $2,4 \pm 0,4 \text{ h}$. El radi polar en el primer cas seria de 2,2 km i d'1,3 km en el segon. Królikowska *et al.* (2001) van tornar a estudiar el cometa 32P, conjuntament amb cinc cometes erràtics més, considerant el model de precessió forçada del nucli no esfèric en rotació de Sekanina, però que l'activitat del cometa, o expulsió de gas del nucli, varia respecte al pas del periheli, de la mateixa manera que també pot variar el paràmetre que dóna la màxima activitat respecte al migdia del cometa, i que l'activitat del cometa canvia durant l'interval de temps considerat. Els resultats per al cometa 32P/Comas Solà estan d'acord amb altres autors anteriors i confirmen que abans de l'aparició de 1944 alguna cosa va passar al nucli. Amb aquest estudi, i tenint en compte les observacions astronòmiques del pas de 1996 del cometa, creia que el model d'un esferoide allargat pel nucli del cometa és el que millor explica les observacions, essent la raó del radi equatorial respecte al polar 0,78. Lowry *et al.* (1999), pel pas de 1996 del cometa 32P, calculen per a una distància de 3,1 UA el límit superior del radi nuclear en $3,2 \pm 0,4 \text{ km}$, la qual cosa permet a Królikowska estimar el període de rotació màxim del cometa en 7,3 h.

Conclusions

Ja en treballs anteriors (Cadefau & Català, 1996) hem constatat que el cometa 32P ha estat àmpliament observat i estudiat el seu moviment, inicialment perquè es va pensar que podia ser un retorn del cometa p/115. En cada retorn ha estat identificat i observat abans i després del pas pel periheli, i s'ha pogut calcular la seva òrbita. Pel seu comportament va ser classificat com a cometa *erràtic*. Aquests fets han contribuït a ampliar el coneixement general sobre els cometes i les seves peculiaritats l'han fet interessant d'estudiar.

Bibliografia

BALDET, F. (1927), «Revue des Travaux astronomiques», *L'Astronomie* (agost), **389**.

BELYAEEV, N. A.; IVANOVSKA, K. P. (1985), «Influence on non-gravitational forces on orbital evolution of the short-period comets». A: CARUSI, A.; VALSECCHI, G. B. (ed.), *Dynamics of comets: Their origin and evolution*, Springer, 371-380.

BORTLE, J. E. *et al.* (1969), «Recent Comet observations», *Sky Tesc.*, **38**, 426.

CADEFAU, T.; CATALÀ, M. A. (1996), «El cometa 32P Comas Solà», *Astronomia, Astrofotografia y Astronàutica*, **81**, 14-21.

CROMELIN, A. C. D. (1927), *IAU Circ.*, **131**.

FORTI, G. (1983), «Determination of non-gravitational forces on the orbital evolution of the short comets», *Astron. Astrophys.*, **126**, 307.

KRÓLIKOWSKA, M. *et al.* (1998), «Model of the non-gravitational motion for Comet 32P/Comas Solà», *Astron. Astrophys.*, **335**, 757-764.

— (2001), «Forced precession models for six erratic comets», *Astron. Astrophys.*, **368**, 676-688.

MARSDEN B. G.; ROEMER E. (1982), «Basic information and references». A: WILKENING, L. L., *Comets*, Tucson, University of Arizona Press, 707.

MARSDEN, B. G.; SEKANINA, Z. (1973), «Comets and Nongravitational Forces V», *Astron. J.*, **78**, 211.

MARSDEN, B. G.; WILLIAMS, G. V. (1995), *Catalogue of Cometary Orbits 10th ed.*, Cambridge Massachusetts, IAU C. B. for Astronomical Telegrams.

MEISEL, D. D.; MORRIS, C. S. (1982), «Comet Photometry». A: WILKENING, L. L., *Comets*, Tucson, University of Arizona, 413-432.

ROEMER, E. *et al.* (1966), «Observations of comets, Minor Planets, and Jupiter VIII», *Astron. J.*, **71**, 591-590.

SCOTTI, J. V. (1995), *IAU Circ.*, **6199**.

SEKANINA, Z. (1985), «Nucleus precession of periodic comet Comas Sola», *Astron. J.*, **90**, 1370-1381.

— (1993), «Effects of discrete-source outgassing on motions of periodic comets and discontinuous orbital anomalies», *Astron. J.*, **105**, 702-735.