

El cometa Hale-Bopp

Xavier Luri*

Introducció

Durant els darrers mesos un objecte astronòmic, el cometa Hale-Bopp, ha estat el centre d'atenció dels mitjans de comunicació. Després de la “decepció” del retorn del cometa Halley (1986) i la “discreció” del pas del cometa Hyakutake (1996), finalment aquest cometa ha respost a les expectatives generades, i ha proporcionat un bonic espectacle en els nostres cels.

Què són els cometes?

Els cometes són petits cossos del sistema solar (de pocs quilòmetres de grandària) compostos de gel, pols i roca. Una expressió molt utilitzada per descriure'n l'estructura és la de “boles de neu bruta”.

L'origen dels cometes es troba en l'anomenat *núvol d'Oort*. Aquest núvol és una regió que envolta el sistema solar a una distància de 10^5 UA (uns $1,5 \cdot 10^{13}$ km, poc menys d'un any llum) on es troben restes dels materials que el van formar. Els cometes són blocs formats d'aquests materials que a causa d'una pertorbació gravitatòria, alteren la seva òrbita, abandonen el núvol i cauen cap al Sol. El cometa arriba aleshores a les regions del sistema solar interior i pot passar molt a la vora del Sol. En alguns casos, a causa de la influència gravitatòria dels planetes (principalment de Júpiter), el cometa pot veure modificada de nou la seva òrbita i quedar “atrapat”: no retorna mai a les regions del núvol d'Oort, sinó que segueix una òrbita el·líptica en el sistema solar i ens visita periòdicament. Aquest és el cas del famós cometa Halley, que torna cada 75 anys, i també del Hale-Bopp (tot i que, com veurem, el seu període és bastant més gran).

Quan un cometa s'acosta al Sol, els materials que el componen comencen a sublimar-se a causa de l'increment de temperatura. L'expulsió de matèria arriba a ser de centenars de tones per segon i el nucli del cometa comença aleshores a desenvolupar un embolcall de gas i pols anomenat *coma* o *cabellera* que pot arribar a tenir centenars de milers de quilòmetres de diàmetre. Aquesta pèrdua de matèria “desgasta” els cometes cada vegada que s'acosten el Sol. El cometa Halley, per exemple, s'haurà consumit quan hagi passat 75 vegades més.

*Xavier Luri i Carrascoso (Ribes de Fresser, 1966) és doctor en Física per la Universitat de Barcelona (1995) i és professor ajudant del Departament d'Astronomia i Meteorologia de la UB. Actualment realitza una estada postdoctoral a l'Observatoire de Paris-Meudon, de París (França).

A més de la coma, el cometa desenvolupa també una *cua*, formada per les partícules de la coma que, empeses per la radiació solar, es queden enrere. Aquesta cua és extraordinàriament tènue (en realitat, pels estàndards de laboratori terrestres seria considerada com un buit perfecte) i té una longitud de diversos milions de quilòmetres. De fet, els cometes acostumen a mostrar dues cues: la cua de pols i la cua iònica. La cua de pols, d'un color groc o ataronjat i forma corbada, està composta per partícules de pols que són frenades per la pressió de la radiació i pel vent solar. La cua iònica, d'un color blavós i més rectilínia, està formada per partícules ionitzades que són allunyades de la coma en direcció diametralment oposada al Sol per la forta repulsió de les partícules carregades del vent solar. En la figura 1 es pot veure una imatge del cometa Hale-Bopp on s'aprecien clarament les dues cues. En contra de la creença més estesa, les cues cometàries no són arrossegades seguint el cometa en el seu moviment, sinó que estan dirigides permanentment en direcció oposada al Sol.

El descobriment del cometa Hale-Bopp

El cometa va ser descobert independentment, i amb pocs minuts de diferència, per dos observadors, Alan Hale i Tom Bopp, la nit del 22 al 23 de juliol del 1995. Seguint el costum astronòmic, va ser batejat amb els noms dels seus descobridors, a més del codi identificatiu estandaritzat C/1995-O1.

Alan Hale és un astrònom professional, dedicat a l'estudi dels estels de tipus solar i a la recerca d'altres sistemes planetaris, però que també reserva part del seu temps a l'astronomia amateur. De fet, bona part de la seva activitat com a astrònom amateur s'ha centrat en l'observació de cometes i, ironies de la vida, després de més de 400 hores dedicades íntegrament a la recerca de nous cometes, el primer descobriment el va realitzar per casualitat. Segons ell mateix explica, aquella nit estava observant cometes ja descoberts per estimar-ne la brillantor; acabava d'observar el cometa Clark i tenia una hora i mitja abans de poder observar-ne un segon, el cometa d'Arrest, de manera que va decidir passar el temps observant alguns objectes febles a la constel·lació de Sagitari. Quan va enfocar M70 (un cúmul globular) va notar un objecte difús en el camp que li era desconegut (havia estat observant la regió dues setmanes abans, de manera que en tenia un bon coneixement). Després de consultar diversos catàlegs i atles estel·lars i comprovar



Figura 1: Fotografia del cometa Hale-Bopp. Es poden apreciar clarament les dues cues. Autor: Albert Domingo Garau. Lloc: Escorca (Mallorca)

a través de la base de dades del Central Bureau for Astronomical Telegrams que no fos un cometa ja descobert, va notificar a aquesta institució el descobriment d'un possible cometa i va seguir-ne el moviment respecte de les estrelles de fons durant un parell d'hores.

L'altre codescobridor, Tom Bopp, té una relació menys directa amb l'astronomia i, de fet, ni tan sols posseeix un telescopi propi. Tom Bopp treballa en una fàbrica de materials per a la construcció i és aficionat a assistir al que els nord-americans anomenen *star parties*, trobades més o menys multitudinàries d'astrònoms amateurs per realitzar observacions astronòmiques. La nit del descobriment participava en una d'aquestes trobades; el grup havia estat observant diversos objectes febles del catàleg Messier i, mentre un dels assistents estava buscant en els catàlegs el següent objecte a observar, Tom Bopp va aprofitar per observar M70 en el telescopi d'aquest. Com Alan Hale, va notar un objecte difús en el camp que no va resultar familiar a cap dels participants en la trobada. L'objecte no constava als catàlegs ni als atlas estel·lars i després d'un seguiment d'una hora, van poder apreciar-ne el desplaçament res-

pecte al fons d'estels. Tot seguit, Tom Bopp va tornar a casa i va notificar al Central Bureau for Astronomical Telegrams la seva observació.

Poques hores després de les dues notificacions es va fer pública la circular 6187 de la IAU anunciant el descobriment d'un nou cometa, el cometa C/1995-O1 o cometa Hale-Bopp.

Característiques del cometa Hale-Bopp

El cometa Hale-Bopp és espectacular en molts sentits. En primer lloc, la seva magnitud absoluta (lluminositat intrínseca) a grans distàncies del Sol va ser la segona més brillant dels cometes observats en els darrers cinc segles (abans del 1500 no hi ha dades fiables). Només el cometa Sarabat, del 1729, el va superar.

D'altra banda, la mida estimada del seu nucli a partir de les imatges del telescopi espacial Hubble, uns 40 km, el situa en la classe dels cometes gegants (el cometa Halley, per exemple, té un nucli d'uns 7 km).

L'activitat del nucli també ha estat excepcional. A l'estiu i la tardor del 1996 va presentar moltes emissions direccionals de gas (*jets*), cosa excepcional i gairebé

sense precedents atesa la distància a què es trobava del Sol.



Figura 2: Fotografia del suposat ovni seguint el cometa Hale-Bopp

La seva corba de llum també ha estat anòmala. Segueix un comportament atípic que sembla degut al fet que la sublimació del CO_2 i l'aigua del cometa ha estat diferent del que és habitual.

A causa de la mida i la brillantor excepcionals, el Hale-Bopp ens ha ofert un espectacle excepcional al cel nocturn, tot i les desfavorables condicions d'observació. El seu periheli (màxim apropament al Sol) es va produir just a la banda oposada del Sol respecte de la Terra, de manera que no era visible en l'etapa més espectacular. Per comparació, si l'haguéssim pogut veure en les mateixes condicions que el cometa Halley, hauria estat unes cent vegades més brillant (o, en termes astronòmics, unes cinc magnituds més brillant).

El cometa Hale-Bopp ja havia visitat el sistema solar anteriorment, fa uns 4.200 anys. La propera visita serà d'aquí a 2.380 anys, cap al final del segle XLIV. Noteu que el període s'ha escurçat de manera remarcable a causa del seu encontre amb Júpiter l'abril del 1996, quan va passar a 115 milions de quilòmetres d'aquest planeta.

Informació a Internet

L'ampli ressò que ha tingut l'arribada del cometa Hale-Bopp ha fet que a Internet proliferin les pàgines que en parlen. Aquí en podeu trobar un recull, però a partir dels enllaços que inclouen, podeu trobar molta més informació.

Departament d'Astronomia i Meteorologia, UB
<http://www/~dgaladi/HB/halebopp.bcn.html>

En el servidor del Departament d'Astronomia i Meteorologia de la Universitat de Barcelona podeu trobar-hi diverses pàgines dedicades al cometa Hale-Bopp en diversos idiomes (català, castellà, anglès i esperanto). Inclou imatges, un article breu per a no astrònoms i enllaços a altres servidors. En particular destaquem una

pàgina, mantinguda per Antoni Parra, amb informació astronòmica per a ensenyants en ciències:
<http://www.xtec.es/recursos/astronom/>.

The Hale-Bopp home page

<http://www.jpl.nasa.gov/comet/index.html>

Aquestes pàgines del Jet Propulsion Laboratory són un recull de la informació disponible a Internet sobre el cometa. En particular, destaca el recull d'imatges del cometa, més de 4.400 en el moment de redactar aquestes línies.

SOMYCE

<http://www.iac.es/AA/SOMYCE/halebopp.html>

A les pàgines de la Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España hi trobareu molta informació sobre cometes i meteors en general i sobre el cometa Hale-Bopp en concret.

En particular, hi trobareu les dades del seguiment realitzat pel Grup Europeu per l'Estudi del Hale-Bopp, que inclou, entre altres coses, el seguiment diari del cometa mitjançant els telescopis de l'Observatori del Teide.

Hubble space telescope

<http://www.arc Corp.com/Hale-Bopp.html>

El telescopi espacial Hubble també ha dedicat part del seu temps a l'observació del cometa. Aquí hi trobareu diverses imatges i resultats de les observacions d'aquest instrument.

Algunes anècdotes

Al llarg de la història, l'arribada d'un cometa s'ha interpretat sovint com un presagi d'esdeveniments importants i se li ha associat alguna significació més o menys màgica. Actualment, tot i la tecnificació de la societat i la recessió de les creences en fenòmens sobrenaturals, el pas d'un cometa tan espectacular com el Hale-Bopp no ha deixat de provocar reaccions d'aquest tipus.

La primera i més coneguda ha estat el suïcidi col·lectiu dels membres d'una secta als EUA. Aparentment amb el suïcidi esperaven "embarcar-se" en una suposada nau extraterrestre amagada a la cua del cometa.

En la mateixa línia, però amb unes conseqüències molt menys dràstiques, es troba la polèmica sobre un suposat ovni que seguia el cometa. L'afer s'originà a partir d'una fotografia del cometa presa per un tal Chuck Shramek amb una càmera CCD (vegeu figura 2).

En la fotografia s'aprecia un objecte brillant a la dreta del cometa, amb un parell de protuberàncies que li donen un aspecte de plat volador. L'autor la va difondre a través d'Internet al·legant que l'objecte no constava als catàlegs i que havia seguit la trajectòria del cometa durant unes hores. En la discussió que es va originar a continuació es va demostrar que, sense cap mena de dubte, el suposat ovni és l'estel SAO-141894 (vegeu figura 3) i que les protuberàncies són probablement degudes a la difracció o a l'entelament del telescopi.

De tota manera, això no va desanimar l'autor, que afirma que hi ha una conspiració, en què participa el Jet Propulsion Laboratory, per desacreditar-lo i ocultar "la veritat" sobre el cometa Hale-Bopp. Una història digna de la sèrie *Expedient X*.

Sembla, a més, que el senyor Shramek no és l'únic que creu que el cometa Hale-Bopp amaga alguna cosa i que hi ha una conspiració per ocultar les evidències. La NASA ha rebut un munt de cartes exigint que s'observi el cometa amb el telescopi Hubble i que es facin públics els resultats, i se l'acusa d'amagar la informació que té sobre el cometa. La resposta de la NASA ha estat, evidentment, que el cometa ja s'ha observat amb el telescopi Hubble i que els resultats s'han fet públics per a la comunitat científica i el públic en general.

La millor resposta que es pot donar a tot aquest conjunt d'afers és que el cometa Hale-Bopp ja és prou interessant, misteriós i apassionant per si mateix sense necessitat d'afegir-li naus extraterrestres o conspiracions dels governs.

Agraïments

Voldria agrair a en David Galadí Enríquez, del Departament d'Astronomia i Meteorologia de la UB, la gentilesa d'haver revisat i corregit el text d'aquest article, i a l'Albert Domingo Garau, del mateix Departament, la cessió d'algunes de les seves fotografies per il·lustrar-lo.



Figura 3: Imatge del Palomar Sky Survey de la zona del cel fotografiada per Chuck Shramek (sense el cometa). S'aprecien els dos estels que se situaven darrere la cua del cometa i, molt brillant, l'estel SAO-141894

(Ve de la pàgina 1)

Els resultats de l'enquesta confirmen coses sabudes: els alumnes amb més suport a casa, obtenen més bons resultats; també els que veuen poca televisió. Però hi ha variables que influeixen de manera poc clara: hi ha llocs on els alumnes obtenen molt bons resultats i, en canvi, són molts per grup o tenen poques hores de classe a la setmana. Pel que fa a la física, les preguntes que representaren una dificultat més alta arreu del món foren: la pregunta relacionada amb la naturalesa de la llum (Una llanterna illumina una paret formant un cercle, hi ha més llum en el cercle si la llanterna està a prop que si està lluny?) i, en segon lloc, la que demanava raonar sobre l'eficiència d'una màquina. També resultà difícil als alumnes reconèixer que una poma sobre el terra continua sent afectada per la gravetat.

El TIMSS ha estat portat a terme amb un gran rigor i aporta un bon nombre de dades d'entorn. Una de les seves característiques, la comparació entre diferents nacions i sistemes educatius, pot resultar fonamental per avançar en el coneixement del que és l'aprenentatge de les ciències i, a més, permetrà controlar els assoliments en cada país. Amb vista al quart estudi, les autoritats haurien de provar d'aconseguir dades específiques per a Catalunya, de la mateixa manera que el TIMSS ens dona resultats per a la Bèlgica flamenca i per a la Bèlgica francòfona, ambdues, per cert, força ben situades.