Rosetta i Philae, l'aventura i els perills d'explorar un cometa

Enric Marco

Si hem de destacar un fet de l'exploració espacial del 2014, sense dubte aquest ha de ser l'arribada a principis d'agost de la sonda europea Rosetta al cometa 67P/Chuyrumov-Gerasimenko (67P/CG). Aquest èxit de l'enginyeria europea encara seria més gran a final d'any quan s'aconseguí l'aterratge de la nau Philae sobre la superfície del cometa. Com es va dir en aquell moment: Hollywood is good but Rosetta is better.

Si hem de destacar un fet de l'exploració espacial del 2014, sense dubte aquest ha de ser l'arribada a principis d'agost de la sonda europea Rosetta al cometa 67P/Chuyrumov-Gerasimenko (67P/CG). Aquest èxit de l'enginyeria europea encara seria més gran a final d'any quan s'aconseguí l'aterratge de la nau Philae sobre la superfície del cometa. Com es va dir en aquell moment: *Hollywood is good but Rosetta is better.*

El dimecres 6 d'agost la nau Rosetta arribava al seu port, el cometa 67P/CG. Havien passat més de 10 anys, des de que el 2 de març de 2004 va ser llançada des de la base europea de Kourou, a la Guaiana francesa. Recorde com, uns anys abans, m'ensenyaren l'electrònica de la seua càmera OSIRIS que s'estava dissenyant als laboratoris de l'Instituto de Astrofísica de Andalucia. Aleshores la destinació de la nau era el cometa 46P/

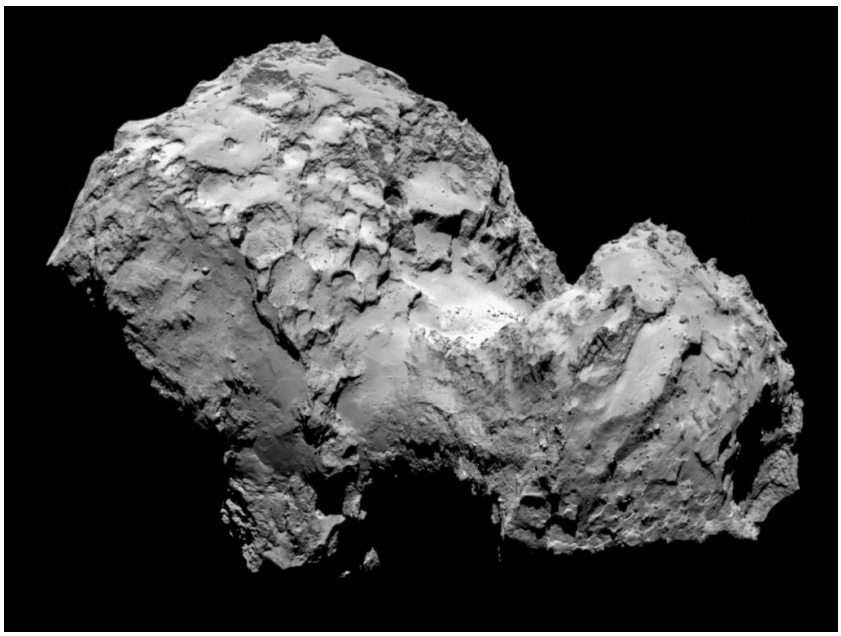
1.- La nau Rosetta i la nau d'aterratge Philae

Wirtanen, molt més actiu, però diversos endarreriments a causa de problemes en el llançador Ariane, van obligar a canviar l'objectiu, i va ser necessari anar cap al més tranquil cometa 67P/Chuyrumov-Gerasimenko.

Per a un viatge tan llarg, Rosetta va necessitar quatre assistències gravitatòries, una de Mart i tres de la Terra, per aconseguir la velocitat suficient per allunyar-se del nostre planeta i arribar a temps a l'encontre del cometa.

Evidentment, però, el més interessant era l'objectiu científic que volia aconseguir. I com el seu nom indica, a semblança de la pedra que ajudà a desxifrar els jeroglífics, la fita de la missió Rosetta va ser tractar de descobrir els misteris de com es formà el Sistema Solar i com va ser la seua evolució posterior.

Els cometes són considerats objectes primordials, cossos que no han sofert variacions des de l'origen del Sistema Solar i, per tant, estudiar-ne un de ben a prop, tocar-lo realment, ens ha de permetre conéixer com va ser l'origen del sistema del Sol i els planetes.



2.- Cometa 67P/Chuyrumov-Gerasimenko

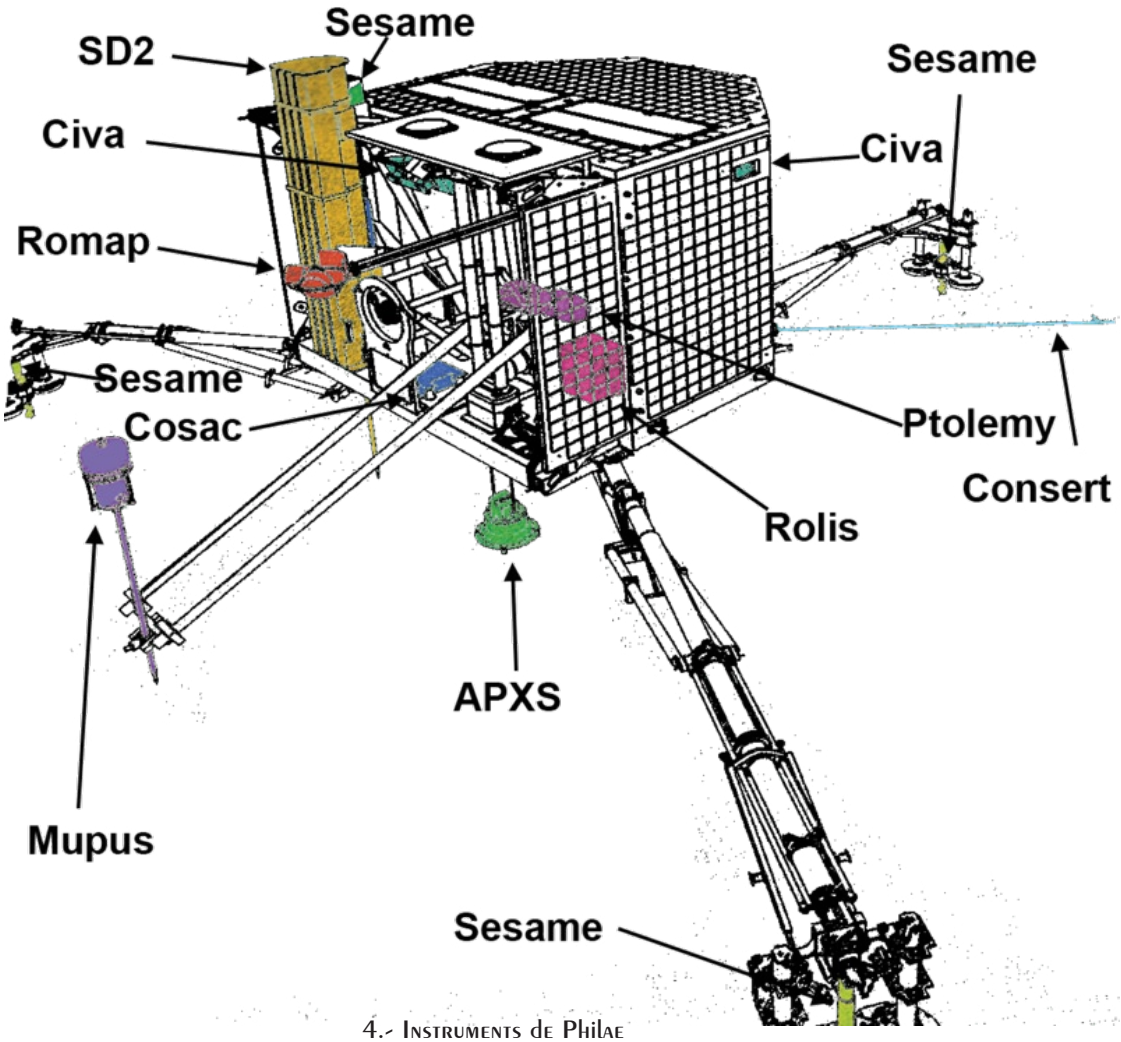
Per aconseguir el seu objectiu, la missió Rosetta no es limità a fer un sobrevol típic passant ràpidament al costat de 67P/CG, sinó que va fer el que semblava impossible: situar-se en òrbita al voltant del cometa mitjançant una maniobra molt complicada, que constà de 3 triangles d'uns 100 km de costat, en que anà reduint poc a poc la velocitat fins aproximar-se a uns 25 km de la superfície cometària.

I, una vegada aconseguit, començà a cartografiar amb molt de detall la superfície buscant un lloc apropiat per a Philae, la nau d'aterratge. A més a més, des de la seua arribada, mitjançant diversos sensors, Rosetta està estudiant contínuament la composició de la superfície, la seua dinàmica, el desenvolupament dels dolls d'emissió de gas a mesura que el cometa s'aproxime més al Sol, així com la formació futura de la coma i de les dues cues. I ho anirà fent mentre acompanya el cometa en la seua òrbita al voltant del Sol. Això inclourà moments apassionants quan en aproximar-se al periheli, el punt més pròxim al Sol, els dolls de gas comencen a sortir per formar la coma i la cua.

La primera sorpresa de Rosetta en arribar a 67P/Chuyrumov-Gerasimenko va ser descobrir l'estranya forma del cometa, composta per dos lòbuls apegats, una forma no mai observada abans en un objecte d'aquest tipus. Tot fa pensar que 67P/CG s'ha format per agregació a baixa velocitat de dos cometes menors.

La missió ha estat, com he dit abans, un èxit de l'enginyeria europea, i amb una rellevant participació espanyola. Com he dit al principi, l'Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), amb seu a Granada, va fer l'electrònica de la càmera OSIRIS, la que ens està oferint les espectaculars imatges del cometa. A més a més, també hi van participar membres de l'Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA) de Torrejón de Ardoz i de la Universidad Politécnica

3.- Nau Philae



4.- Instruments de Philae

de Madrid.

Malgrat tots aquests grups implicats, gent pròxima i accessible que coneix de primera mà el projecte, els mitjans de comunicació, diaris i televisions espanyoles no es preocuparen de buscar-los i entrevistar-los en el moment de l'arribada de Rosetta i, a tot estirar, passaren els vídeos que envià la ESA sense massa comentaris ni entusiasme. De TVE, televisió pública espanyola, esperava més professionalitat periodística, i que saberen que algunes de les institucions de recerca més important de l'estat estan implicades en l'aventura. Però no va ser així. Potser no es van parar a mirar la part inferior de les imatges que l'equip de comunicació de Rosetta enviava a la premsa: …./IAA/…/INTA/UPM/… Una llàstima que la ciència espanyola no interesse, ni estant a les portes de l'estudi de televisió.

L'espectacle més important de la missió encara havia d'arribar, però. El 12 de novembre, amb un desplegament mediàtic sense precedents per part d'ESA, amb l'estrena prèvia del film de promoció *Ambition* i d'una pel·lícula d'animació per a xiquets entre altres coses, la nau Rosetta deixà anar Philae, una petita nau amb la pretensió d'aterrar suaument sobre el cometa.

Cap a les 10 del matí, Philae, un objecte de la grandària d'una rentadora, se separà i durant unes set hores anà baixant cap a la seua posició acordada en una zona de la superfície anomenada Agilkia.

Finalment, tal com estava previst, a les 17:02 arribà al control de la missió el senyal que l'enginy havia tocat terra.

La felicitat dels equips dels científics era ben visible. Vingueren els discursos. L'enhorabona de l'enviat de la NASA, que participa amb diversos experiments, denotava certa enveja. La ciència europea podia estar orgullosa per la fita aconseguida.

67 P/CG és un cos molt menut amb un poc més de quatre quilòmetres en el seu costat més llarg. La seua composició exacta no és coneix, barreja de gels d'aigua, de diòxid de carboni, d'amoníac, etc… De fet, la seua densitat és de només de 0,4 g/cm^3, més baixa que la de l'aigua. De fet podria surar en un mar suficientment profund de la Terra. Per tot això, la

seua gravetat és ínfima i aterrar-hi és tota una proesa.

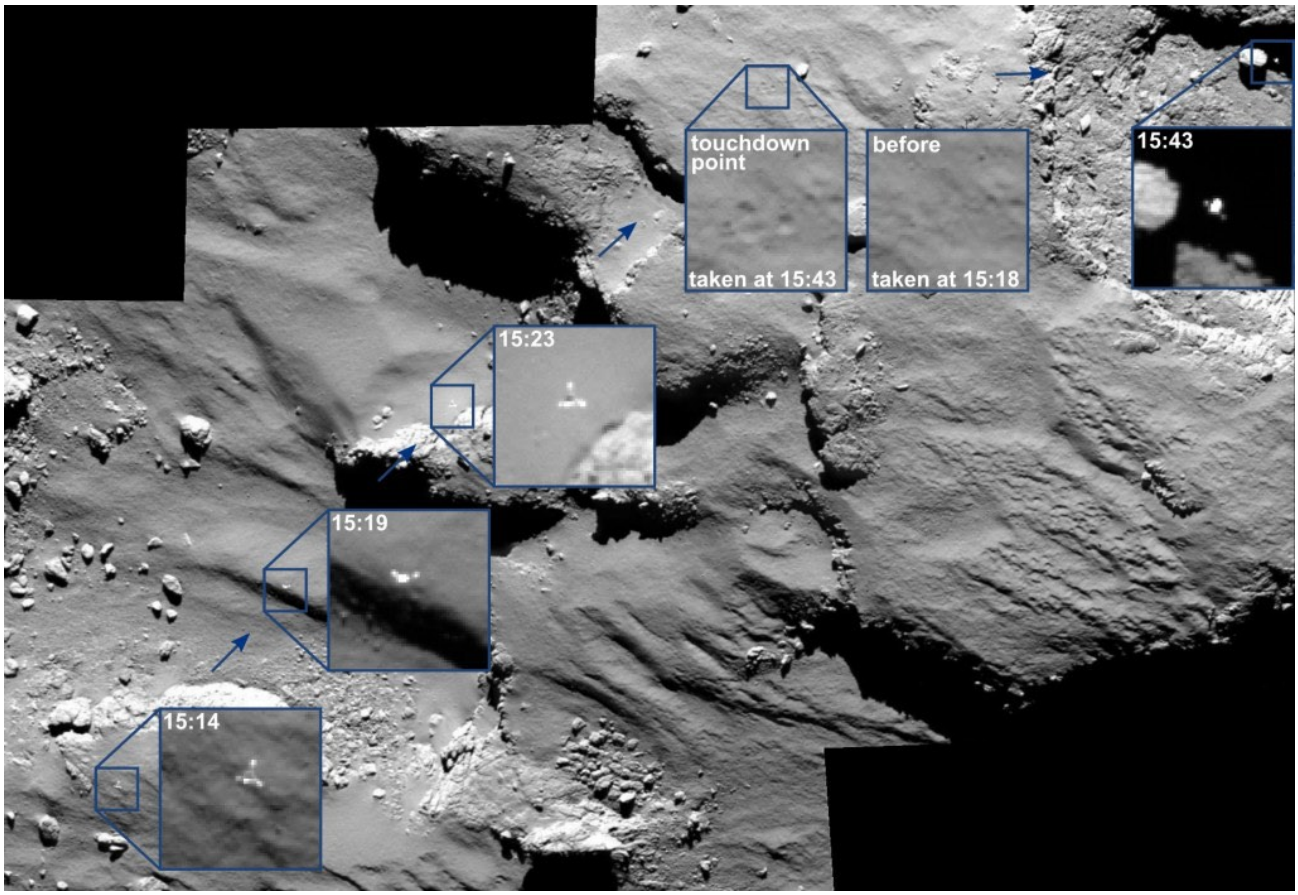
La nau mare Rosetta captà amb la càmera OSIRIS diversos instants del sobrevol de Philae a pocs metres de la superfície i, fins i tot, el lloc del primer contacte. Sabem ara, que després d'aquest primer contacte, el mòdul s'enfilà fins a un quilòmetre d'alçada durant uns minuts per tornar a caure i rebotar altra vegada fins a caure en algun lloc, per ara, ignorat.

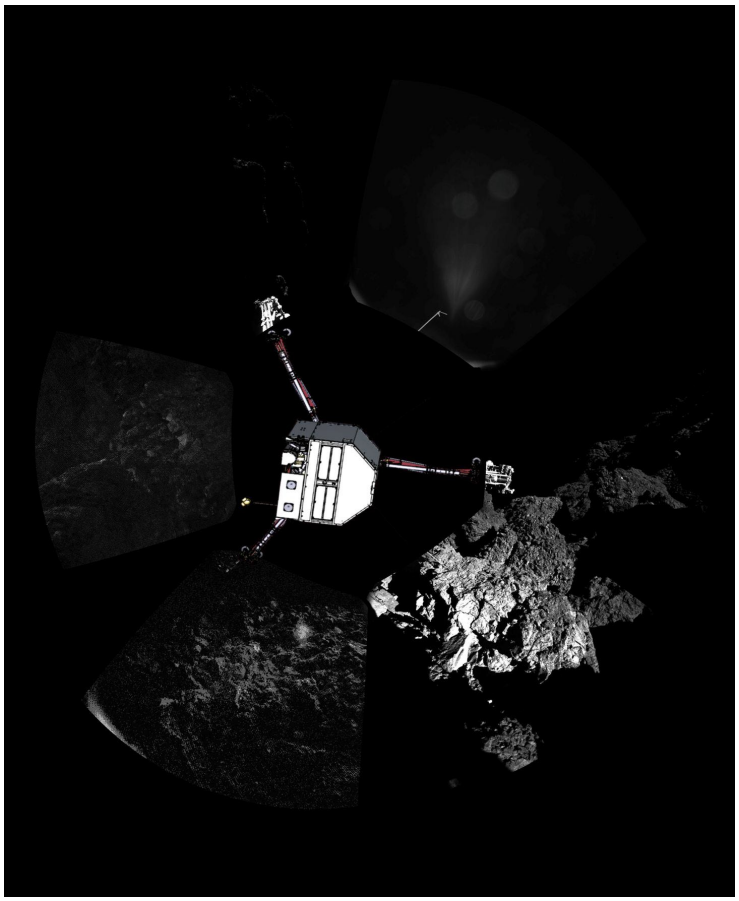
Els arpons preparats per enganxar-se a la superfície no van funcionar per una raó encara desconeguda. Després, en la caiguda final, sembla que només dos dels tres trepants dels extrems de les potes van aconseguir fixar la nau a terra.

Solucionats els problemes inicials, la imatge panoràmica promesa amb la càmera CIVA a bord de Philae va portar la decepció. Com podeu veure al muntatge fotogràfic que acompanya aquest escrit, fet a partir de les imatges que s'han enviat des de la superfície, es veu clarament que Philae ha caigut en una zona d'ombra, segurament a l'ombria d'algun penya-segat cometari. I és que la superfície de l'objecte és molt escarpada. Simplement ha estat mala sort. Amb només unes poques de llum al dia, no hi ha prou temps per recarregar les bateries. Així que la mort energètica de Philae estava cantada.

Així que les coses es va precipitar el divendres 14, dos dies després de l'aterratge. Es va intentar que la nau aconseguira els objectius mínims dels diversos experiments de la nau amb l´ús de l'energia que donaven les 60 hores de la bateria a bord. I, el primer de tot, es van atrevir a perforar el subsòl fins uns 20 cm de fondària per treure el material intern cometari. Els astrobiòlegs ja assumeixen que almenys part dels materials bàsics importants per a l'evolució química de la vida arribaren a la Terra per impactes de cometes i asteroides. Aquesta anàlisi del material cometari és, per tant, essencial per veure si això és cert o no. El perill que Philae eixirà disparat a l'espai, si no estava fermament fixat al cometa, era enorme. Un esforç cap avall perforant implica una reacció oposada en sentit contrari. Tercera llei de Newton: acció i reacció.

Però tot va anar bé. Els diversos experiments van funcionar sense parar i ja ben entrada la matinada del dissabte 15, Philae va retornar les dades científiques a la Terra a través de la nau Rosetta. Durant aquestes apressades hores també es va alçar 4 cm la nau i





6.- Muntatge fotogràfic de la posició final de Philae

es va girar 35º per augmentar la insolació solar. Però als pocs minuts la nau comunicà que la seua energia queia ràpidament i que passava a l'estat d'hibernació.

Passat el temps i amb calma els científics analitzen ara els resultats obtinguts per Philae durant les 60 hores de bateria de la nau. L'experiment més important i esperat de Philae, i també el més perillós donada la precària situació de la nau dipositada sobre el cometa, era la perforació de la superfície amb el trepant SD2 (*Sampling, Drilling and Distribution*). Ara se sap que el trepant es desplegà 46,9 centímetres sota Philae però, com no es coneix quina és la posició final de la nau, no se sap si es foradà realment o si el trepant només girà en l'aire i sacsejà la nau. Les mostres aconseguides havien d'entrar en uns forns per escalfar els materials, vaporitzar-los i analitzar-los. A hores d'ara encara no està clar si aquesta part s'aconseguí o no. Això, ara mateix, està sota estudi. Tanmateix l'instrument COSAC (*COmetary SAmpling and Composition*) sí que aconseguí analitzar la pols alçada per la nau en l'aterratge i hi detectà molècules orgàniques amb els seus espectròmetres de masses i cromatògrafs. Fred Goessmann, investigador principal de l'instrument COSAC, assegurà en una entrevista a la BBC, que el seu equip encara està interpretant els resultats, "*COSAC va ser capaç d'"olorar" l'atmosfera i detectar les primeres molècules després de l'aterratge. L'anàlisi de l'espectre i la identificació d'aquestes molècules estan en estudi.*"

Altre experiment ben interessant va vindre de la mà del penetròmetre MUPUS (*Multi-Purpose Sensors for Surface and Subsurface Science*). La seua principal missió consistia en mesurar la temperatura a poca altura, en la superfície i en el subsòl. La mesura sota la superfície es devia realitzar amb l'ajuda dels arpons dissenyats per subjectar la nau a terra, però en no desplegar-se no es va poder fer. Prop de la superfície Mupus mesurà -153 ºC mentre que una vegada a terra la temperatura baixà fins a -170 ºC. També es tractà de clavar una sonda en terra a la màxima potència però sota una capa d'uns vint centímetres de pols es trobà una capa molt més dura de l'esperada, segurament formada per gel d'aigua, que a aquestes baixíssimes temperatures té la duresa de la roca.

La recerca del punt d'aterratge continua i pot estar pròxim a resoldre's. Sembla que les dades de l'instrument CONSERT (*Comet Nucleus Sounding Experiment by Radio wave Transmission*), pel qual Philae i Rosetta s'anaven enviant ones de ràdio a través del nucli cometari, poden ser l'ajuda definitiva per a que la càmera OSIRIS a bord de Rosetta trobe la petita nau. El propòsit de la missió Consert consistia en fer un mapa 3D de l'interior de 67 P/CG estudiant la manera com es transmetien les ones d'anada i tornada entre les dues naus. Però l'anàlisi acurat dels senyals també ha servit per calcular les distàncies entre les dues naus en cada moment. Aquestes dades han permés que Wlodek Kofman, investigador principal de l'instrument Consert de l'Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble a França, acote una estreta banda de 30 per 350 metres de superfície de la zona d'Agilkia on probablement es trobe la sonda. Kofman també proposa una altra zona pròxima d'uns 30 metres de diàmetre on també caldria buscar, si s'utilitza un model alternatiu 3D del cometa 67 P/CG.

Morta o dormida Philae, la missió no ha acabat ja que la nau espacial Rosetta continua treballant. Fa

poc s'anuncià el descobriment que el vapor d'aigua del cometa 67 P/ Churyumov-Gerasimenko és significativament diferent del de la Terra. Aquest fet aviva el debat sobre l'origen dels oceans del nostre planeta.

Les mesures van ser realitzades durant el mes següent a l'arribada de la nau espacial al cometa, el passat 6 d'agost. El que s'obtingué de l'anàlisi de les dades era un dels resultats inicials més esperats de la missió, perquè l'origen de l'aigua de la Terra és encara una qüestió oberta.

Una de les hipòtesis preferides manté que la Terra estava massa calenta quan es va formar fa 4600 milions d'anys, i que qualsevol quantitat d'aigua present inicialment s'hauria evaporat. Però avui dia dos terços de la superfície estan cobertes per aigua, així que, d'on va venir tanta aigua? Segons una hipòtesi, hauria sigut transportada ací després que el nostre planeta es refredara, amb molta probabilitat, per col·lisions amb cometes i asteroides. La contribució relativa de cada classe d'objecte (cometa/asteroide) a la reserva d'aigua del nostre planeta, no obstant açò, encara està en discussió.

La clau per a determinar on es va originar l'aigua està en el seu 'sabor', en aquest cas, en la proporció de deuteri (D) - una forma d'hidrogen amb un neutró addicional - respecte a l'hidrogen (H) normal (D/H). La proporció D/H mesurada per Rosetta en 67 P/CG és la major trobada en qualsevol cometa de la família cometària de Júpiter (a la qual pertany) i fins i tot a les mesures en cometes del núvol d'Oort. I també major que la mesurada en l'aigua de la Terra.

"*Aquest sorprenent resultat podria indicar un origen diferent per als cometes de la família de Júpiter. Potser es van formar en un interval de distàncies en el jove Sistema Solar major del que es pensava*", afirma Kathrin Altwegg, cap de l'equip de l'instrument ROSINA, Universitat de Berna. "*El nostre descobriment també descarta que els cometes de la família de Júpiter continguen només aigua com la dels oceans de la Terra, i afig pes als models que posen més èmfasi en els asteroides com a principals contribuents als oceans de la Terra*". Però aquests objectes tenen poca aigua. Per tant, la pregunta continua sense resposta: d'on va vindre l'aigua de la Terra?

Poc a poc anirem coneixent que s'amaga al voltant, sobre i sota la superfície de 67P/CG. Mentrestant Philae, com una heroïna que ho ha donat tot pels seus, jau en un son etern en un món ja no tan desconegut. Etern? Potser no. Algunes veus parlen que en aproximar-se el cometa al Sol i augmente la insolació solar, Philae quede més enllumenat i puga tornar de les ombres en carregar-se les bateries. Algunes veus optimistes pensen que, fins i tot, això podria ocórrer a finals del mes de gener de 2015. Fins i tot, els possibles dolls de gas que eixiran de la superfície en els pròxims mesos poden fer girar el cometa o fins i tot, si un d'aquest surt en les proximitats de Philae, moure la nau i posar-la en millor posició.

Caldrà estar atents a l'aventura de Philae i de sa mare adoptiva Rosetta. Les dues ens poden donar encara moltes sorpreses.