

JOSEP COMAS SOLÀ, VA VEURE L'ATMOSFERA DE TITÀ?

JOSEP M. OLIVER

AGRUPACIÓ ASTRONÒMICA DE SABADELL.

Paraules clau: *Comas Solà, Gerard P. Kuiper, Observatori Fabra, Damian Peach, telescopi refractor, satèl·lits Júpiter, Tità*

Did Josep Comas Solà see Titan's atmosphere?

Summary: In 1907 Josep Comas Solà, director of the Fabra Observatory in Barcelona, announced that he had seen a darkening on Saturn's satellite Titan which made him think that this celestial body had an atmosphere. If this is so, he would be the discoverer of Titan's atmosphere. We analyse Comas' experience in planetary observation, the instrumental characteristics and the conditions of Titan, in order to verify whether Comas could actually observe the atmosphere. We can only conclude that he could.

Key words: Comas Solà, Gerard P. Kuiper, Fabra Observatory, Damian Peach, refractor telescope, Júpiter satellites, Titan

Josep Comas Solà (Barcelona, 1868-1937) (figura 1) va ser nomenat director de l'Observatori Fabra de Barcelona quan es va inaugurar, càrrec que va mantenir fins a la seva mort, el 1937. S'ha dit d'ell moltes vegades que va ser un astrònom dotat d'una gran experiència en l'observació visual en moltes especialitats. Realment, es va formar en l'astronomia des de molt jove com a aficionat, fent nombroses observacions de tota mena d'estrelles des de casa seva amb un senzill telescopi refractor Bardou d'11 cm d'obertura.

Una vegada llicenciat en físiques i matemàtiques va treballar un temps a l'observatori privat d'en Rafael Patxot, a Sant Feliu de Guíxols,



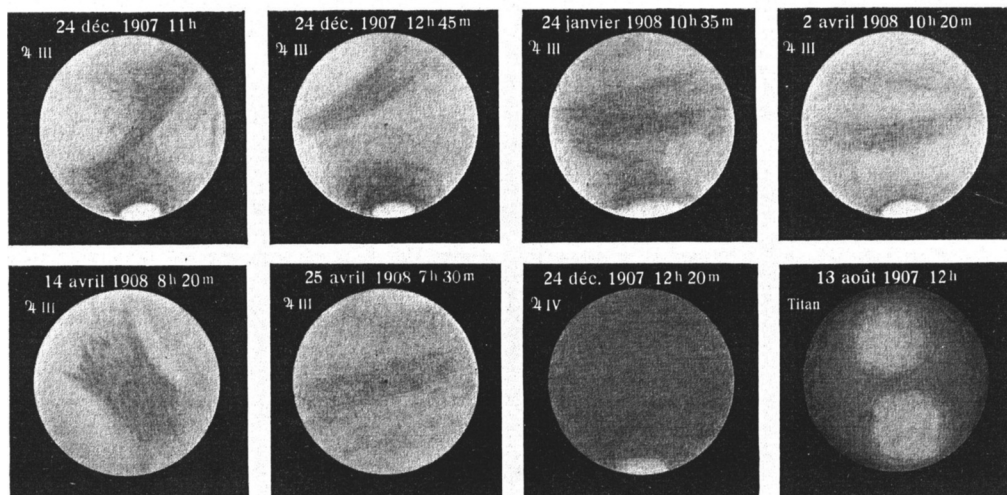
Figura 1. Josep Comas Solà.

amb un telescopi de 22 cm. Després va instal·lar a casa seva («Villa Urània») un altre telescopi, de 16 cm, Grubb; era l'any 1899. Finalment va disposar del telescopi de l'Observatori Fabra, un Mailhat de 38 cm d'obertura. Tots aquests telescopis eren de tipus refractor.

Tità, satèl·lit de Saturn

El 1908, Comas va enviar una comunicació a la revista *Astronomischer Nachrichten* (Kiel, Alemanya), que aleshores era l'òrgan de la central mundial de comunicats astronòmics. A la comunicació donava compte de diverses observacions dels satèl·lits de Júpiter fetes amb el telescopi de l'Observatori Fabra, a més d'una observació de Tità feta el 13 d'agost de 1907, ara ha fet cent anys (figura 2).

Astron. Nachr. Bd. 179.



J. Comas Solà. Observacions des satellites principaux de Jupiter et de Titan.

Figura 2. Dibuixos de Comas sobre els satèl·lits de Júpiter i sobre Tità, de Saturn (l'últim), publicats per *Astronomischer Nachrichten* el 1908.

Al text que acompanyava els dibuixos deia, sobre Tità, el següent: «Tità. El 13 d'agost de 1907, amb una imatge molt bona i utilitzant 750 augments, he vist Tità amb uns contorns molt foscos, difuminant-se amb l'obscuritat del cel (quelcom semblant al què s'observa en el disc de Neptú), mentre que cap a la part central és força més clar, veient-s'hi dues taques rodones i blanquinoses que em fan l'efecte d'una estrella doble difusa. Podem suposar, legítimament, que aquesta gran obscuritat dels contorns demostra l'existència d'una atmosfera molt absorbent a l'entorn de Tità». Comas va ser el primer a dir-ho. En ocasions posteriors, ho repeteix.

Comas, quan ho explica, fa l'analogia amb els planetes gegants, que sabia força bé que tenen grans atmosferes. La llum reflectida pel planeta ha de travessar un gruix més gran d'atmosfera en els contorns que en el centre, i és per això que els contorns es veuen més foscos. La deducció és correcta.

Hi va haver qui se'l va creure i qui no. Més aviat van ser majoria els que no li van fer cas. Hi havia qui no es creia que amb el telescopi de 38 cm hagués pogut veure l'enfosquiment del contorn de Tità, atesa la minúscula mida aparent del satèl·lit.

Que se sàpiga, ningú no en va fer cap comprovació, possiblement perquè en aquella època no es va donar importància a la idea que Tità tingués atmosfera i, a més, perquè no era possible fer una comprovació sense un bon telescopi i sense molta experiència. Realment, eren molt pocs els astrònoms que, abans de l'era digital, podien reunir les condicions adequades per observar visualment el disc de Tità. I els que ho haurien pogut fer (com Lowell, Pickering, Antoniadi...), van dedicar atenció alguna vegada als satèl·lits de Júpiter, però no sembla que es preocupessin del de Saturn. Barnard, amb el telescopi de 92 cm de l'Observatori Lick (Estats Units), va dir en certa ocasió sobre Tità que «és rar que es pugui distingir clarament el disc».

Només hi ha constància d'observacions fetes a l'Observatori Pic du Midi (França) que, de fet, durant molts anys va ser un dels pocs observatoris del món especialitzats en observació planetària. Amb el refractor de 60 cm, Lyot va observar Tità a la dècada de 1940, i després ho van fer Camichel i Dollfus, destacant-hi el contorn molt fosc i zones clares a l'interior, perfectament concordants amb Comas (figura 3).

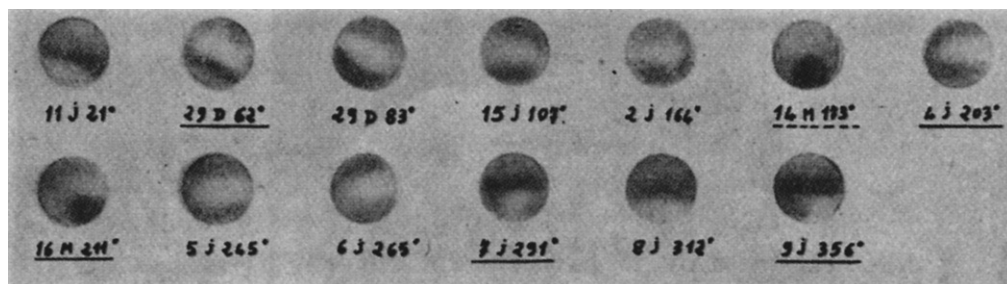


Figura 3. Dibuixos de Tità fets a l'Observatori Pic du Midi.



Figura 4. Gerard P. Kuiper.

El 1944, l'americà Gerard P. Kuiper (figura 4), amb el telescopi reflector de 2 m d'obertura de l'Observatori McDonald, va obtenir per primera vegada espectres dels satèl·lits de Júpiter, dels principals de Saturn, de Tritó i de Plutó. L'espectre de Tità va ser l'únic que va mostrar clarament la presència gasosa, amb línies d'absorció corresponents al metà. Kuiper ja era reconegut com a gran especialista en planetària; no en va se'l considera l'instaurador de la moderna física planetària.

Kuiper va escriure a *The Astrophysical Journal*: «Tità és l'únic satèl·lit del sistema solar que té una atmosfera que es pot detectar amb els mitjans utilitzats». De fet, Kuiper ja sabia que s'havia detectat visualment atmosfera a Tità, però sembla que no va poder esbrinar qui ho havia dit. De tota manera, ell mateix va escriure: «És difícil de creure que simples observacions visuals hagin pogut evidenciar la presència d'atmosfera sobre objectes de menys d'1" de diàmetre; de fet, això sembla impossible».

A molts llocs llegireu que el descobridor de l'atmosfera de Tità va ser Kuiper el 1944. Uns pocs —sobretot espanyols i francesos—, diem que va ser Comas el 1907.

És possible comprovar si Comas va descobrir l'atmosfera de Tità?

Anem a comprovar si amb la simple observació visual podia veure l'enfosquiment dins un disc de 0,83" de diàmetre aparent, que és la mida que li proporcionava el telescopi de l'Observatori Fabra.

Per veure els detalls més petits dins dels discs planetaris (o de satèl·lits, és igual) calen unes certes condicions:

1. Màxim contrast relatiu de la imatge.
2. Absència de turbulència (almenys durant períodes de temps suficients per percebre els detalls; poden ser només segons i, fins i tot, dècimes de segon).
3. Bona qualitat instrumental.
4. Experiència per part de l'observador.

Els punts 1 i 3 estan relacionats. Dels diferents tipus de telescopis, els refractors són els que proporcionen més contrast. Comas, doncs, treballava amb el telescopi adequat. Les condicions de l'Observatori Fabra, tècnicament, també són bones ja que no pateix turbulència local (ocasionada per les instal·lacions mateixes) i, segons quina sigui la situació meteorològica, també poden haver-hi nits de baixa turbulència d'origen atmosfèric.

El punt 4 en Comas el tenia més que superat. Havien passat dinou anys des que va començar amb el seu refractor d'11 cm. Analitzant observacions seves sobre detalls planetaris (Mart i Júpiter) es pot comprovar fàcilment, comparant-les amb imatges actuals, que amb la seva vista era capaç d'arribar al límit de les possibilitats dels telescopis.

El poder resolutiu

S'anomena *poder resolutiu* la capacitat que té un telescopi per diferenciar dos punts contrastats al màxim i molt propers entre si. Es mesura en segons d'arc i es basa en el desdoblament de dues estrelles teòriques d'igual magnitud mitjana (ni molt brillants ni molt febles). És molt coneguda pels interessats en instrumental la taula que relaciona el poder resolutiu amb les obertures dels telescopis i que van popularitzar Couder i Danjon (figura 5). Aquesta mesura es refereix al punt on es produeix la tangència entre els discs de difracció de les dues estrelles (figura 6). Observeu que, tot i aquest límit, un observador pot ser capaç de determinar que es tracta d'un sistema estel·lar doble encara que les dues estrelles estiguin força per sota d'aquest límit.

Quan Comas va estrenar el telescopi de l'Observatori Fabra, el 1904, no li va faltar temps per fer proves. El novembre del mateix any va publicar a la revista francesa *L'Astronomie* una

<i>Limite théorique de résolution.</i>			
<i>(Cas de deux étoiles d'égal éclat.)</i>			
D = 5 cm	p = 2",40	D = 45 cm	p = 0",27
10	1,20	50	0,24
15	0,80	75	0,16
20	0,60	100	0,12
25	0,48	150	0,08
30	0,40	200	0,06
35	0,34	250	0,05
40	0,30		
38 cm	0,32"		

Figura 5. Taula publicada per Couder i Danjon relacionant l'obertura dels telescopis amb la capacitat que tenen per discernir dos punts estel·lars molt propers entre si. S'ha afegit la resolució teòrica d'un telescopi de 38 cm d'obertura, que és de 0,32" (32 centèsimes de segon d'arc).

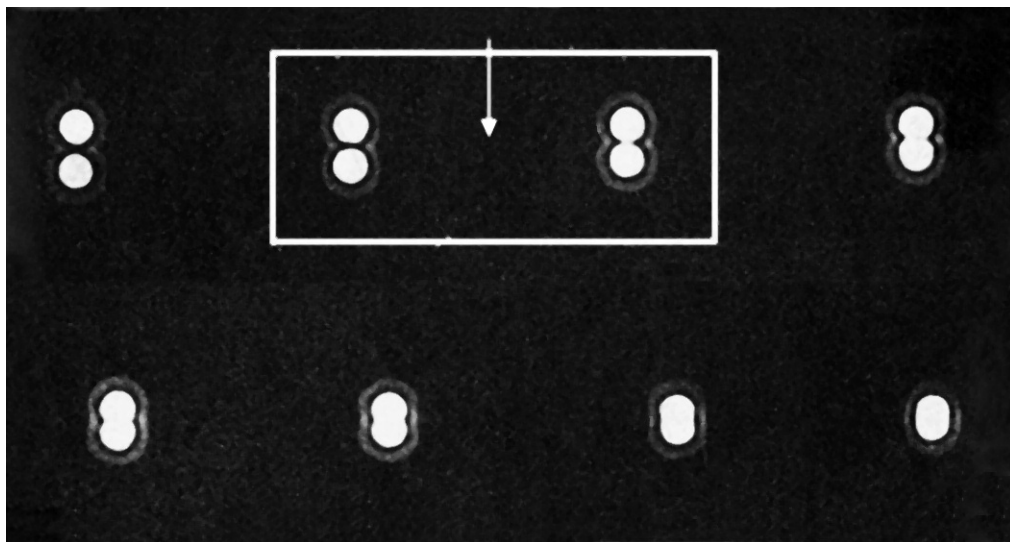


Figura 6. Tangència als discs de difracció de dues estrelles.

Le pouvoir séparateur de l'équatorial de l'Observatoire Fabra. — Je me fais un devoir et un plaisir de communiquer à la Société Astronomique de France quelques résultats obtenus avec l'équatorial astro-photographique de 38 centimètres construit pour cet observatoire par notre collègue M. R. Mailhat, et concernant le pouvoir séparateur de cet instrument. Le tableau suivant résume ces essais.

ÉTOILES	GRANDEURS	DISTANCE	OBSERVATIONS
χ Aigle = O Σ 380.....	6,0 - 7,0	0",50	Très facile.
ζ Bouvier = Σ 1865.....	3,5 - 3,9	0 ,40	Facile.
γ^2 Andromède.....	5,5 - 6,8	0 ,46	Id.
η Ophiuchus.....	3,4 - 3,9	0 ,48	Id.
β Pégase = Σ 2912.....	5,8 - 7,2	0 ,36	Id.
δ Petit Cheval = Σ 2777.....	4,5 - 5,0	0 ,30	Les disques sont tangents.
Hourg 296.....	5,5 - 6,0	0 ,25	Dédoublément net.
β 1129.....	6,3 - 6,3	0 ,29	Id.
O Σ 536.....	7,0 - 7,5	0 ,26	Id.
Hourg 98.....	8,0 - 8,0	0 ,23	Dédoublément net par moments.
Σ 2367.....	7,2 - 7,6	0 ,22	Par moment on la voit presque nettement dédoublée.
β 989 = α Pégase.....	4,0 - 5,0	0 ,22	On voit les deux disques, mais ils sont sécants.
β 1203.....	7,5 - 7,7	0 ,20	Id.
β Dauphin = β 151.....	4,0 - 6,0	0 ,25	Allongement facile.
ζ Flèche = Σ 2585.....	6,0 - 6,0	0 ,18	Allongement très accusé..

J. COMAS SOLÁ.
Directeur de l'Observatoire Fabra.

Figura 7. Resultats de mesures micromètriques fetes el 1904 sobre estrelles dobles amb el telescopi de l'Observatori Fabra.

nota amb el resultat d'observacions d'estrelles dobles fetes amb la finalitat de comprovar el telescopi (figura 7). Més endavant publicaria altres resultats similars.

El que ens interessa d'aquesta taula és que les estrelles que diu veure tangents (Struve 2777, Delta d'Equuleus, Petit Cheval), o sia, en el límit de resolució neta, estan separades per $0,30''$. La parella compleix amb el requisit de tenir les dues components de magnituds similars (4,5 i 5,0, en aquest cas); per tant, són un bon test que ens diu que el telescopi complia els paràmetres teòrics de qualitat, quant a resolució i contrast. D'acord amb el que s'ha dit abans, això permet veure dobles més tancades, però sense separar-ne els discs de difracció ($0,23''$, $0,22''$...).

Si estiguéssim parlant de mesurar estrelles dobles, ens quedariem aquí. Però ara tractem d'observacions planetàries, on els detalls tenen molt poc contrast, i, en aquest cas, el factor principal que hi intervé és l'experiència de l'observador.

Fem un experiment amb Mart que ens permetrà examinar Comas quan era jove. Amb el seu telescopi d'11 cm va dibuixar un planisferi de Mart resumint les observacions que va fer durant les temporades de 1890, 1892 i 1894, el qual ens pot donar una idea de fins a quina resolució assolía amb aquell telescopi... i amb la seva vista. Com que es tracta d'una recopilació d'observacions és el que avui dia en diem una «suma d'imatges», que proporciona resultats molt millors que les observacions individuals (figura 8).

Prenem com a base un diàmetre aparent de $23''$. L'oposició de Mart de 1892 va ser perihèlica, o sia la més favorable de les tres, amb el planeta de $24,8''$ de diàmetre aparent. A les altres dues va mesurar $19,1''$ i $21,5''$, respectivament, però estava més alt sobre l'horitzó i, per tant, totes tres oposicions tenien un grau de dificultat semblant.

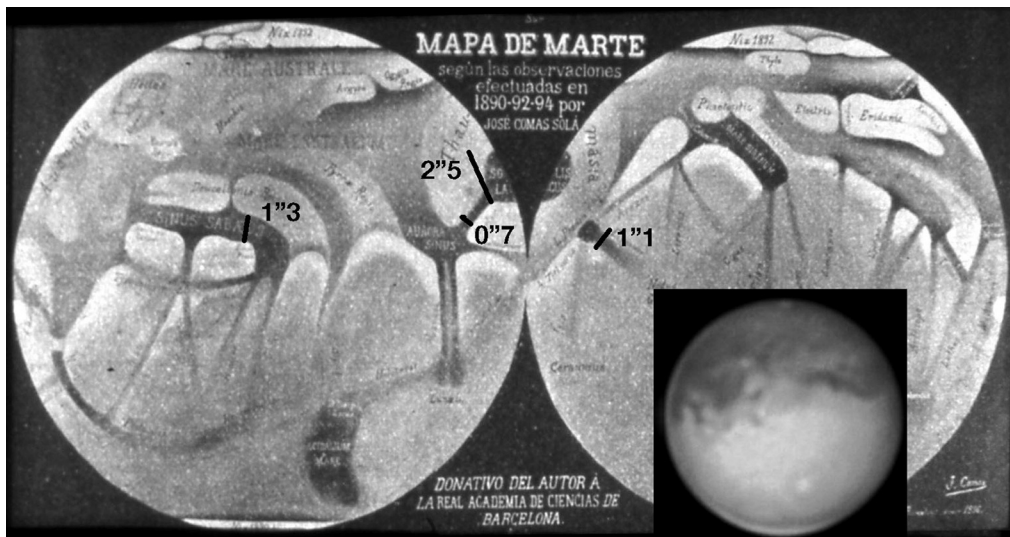


Figura 8. Planisferi de Mart dibuixat per Comas comparat amb una imatge moderna. S'hi identifiquen molts detalls i s'indiquen les mesures angulars d'alguns d'ells.

Prenent mides dins el planisferi, veiem que hi ha detalls de menys d'1 segon d'arc, perfectament identificables a la fotografia moderna que hi ha inserida, i, per tant, reals. Cal tenir en compte que el telescopi era el Bardou d'11 cm, el poder resolutiu teòric del qual és d'1,1" d'acord amb la taula que hem vist abans (aplicada a estrelles).

Podem concloure, doncs, que Comas veia detalls planetaris situats per sota del límit de resolució estel·lar, tot i el seu baix contrast. Sens dubte això era gràcies a la seva experiència, tot i que llavors encara era jove, i al fet de provar de veure els mateixos detalls moltes vegades (o sia, d'utilitzar la tècnica de la «suma d'imatges»).

Satèl·lits de Júpiter

El 19 d'octubre de 1904 (l'endemà del dia de l'oposició) signava des de l'Observatori Fabra unes observacions dels satèl·lits de Júpiter que repetiria en ocasions futures (figura 9).

Pot sorprendre a molts que Comas veiés detalls superficials als satèl·lits de Júpiter atesa la seva petita mida, i pot sorprendre que veiés Ió ovalat. De fet, no era el primer en dibuixar Ió ovalat. Pickering ja havia dit que veia aquest satèl·lit ovalat, atribuint-ho a un problema d'astigmatisme instrumental. Comas li discuteix (mai no es quedava curt si creia que havia de discutir l'opinió dels més prestigiosos astrònoms del món), dient que si fos astigmatisme

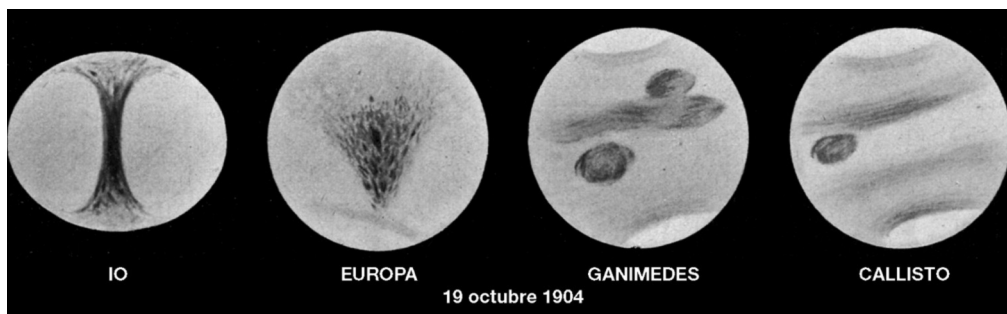


Figura 9. Satèl·lits de Júpiter dibuixats per Comas amb el telescopi de l'Observatori Fabra.

veuria ovalats tots quatre satèl·lits, i només n'hi veia un. Partint d'això emet la hipòtesi que, com que Ió és molt proper a Júpiter, la seva forma podria ser un efecte de marea.

És possible, teòricament, que Comas hi veiés detalls superficials?

En el moment de les observacions, els diàmetres dels satèl·lits eren: Ió = 1,26"; Europa = 1,09"; Ganimeses = 1,86"; Cal·listo = 1,67".

Hem quedat que el poder resolutiu del telescopi és de 0,32", però que es poden veure detalls més petits. Per tant, és evident que podia veure els discs dels satèl·lits amb facilitat.

Cal tenir en compte que, en observacions planetàries, quan es dibuixen detalls situats al límit de percepció no es pot pretendre que les formes siguin absolutament fidedignes.

L'observador pren nota d'allò que «li sembla veure», ja que està en el límit. Moltes vegades ja és important el sol fet de veure-hi alguna cosa, tot i que no se sigui capaç d'assegurar-ne ni la forma ni les mides. Tots els observadors visuals amb experiència en són perfectament conscients, i per això ningú no s'estranya que, per exemple, uns mateixos detalls de Mart els vegem dibuixats de diverses maneres, quan sabem que en la realitat no s'han alterat.

A les observacions de 1904, veiem que dibuixa unes ombres centrals a Ió i a Europa. Si alcuqueu molt els ulls mirant aquestes imatges, la vostra nineta es diafragmarà i perdreu resolució. La barra prima d'Ió i el triangle fosc d'Europa se us deformaran, però hi seguireu veient aquestes ombres.

L'ombra vertical d'Ió, esborronada, ocupa aproximadament una cinquena part del diàmetre. Traduït a segons d'arc, són $0,25''$. Estaria una mica per sota del límit teòric estel·lar del telescopi ($0,32''$), però ja hem demostrat que Comas era capaç de detectar detalls d'aquesta dificultat, tot i el seu poc contrast. Podem suposar que va veure un detall borrós vertical i que el va dibuixar sens dubte massa prim.

La taca triangular d'Europa és un terç del diàmetre del disc; són $0,3''$, límit teòric del telescopi. Ganimedes i Cal·listo són els satèl·lits més grans. Hi dibuixa diverses ombres, més o menys imprecises, i gairebé sempre hi dibuixa una zona polar clara.

Avui sabem quin aspecte tenen els satèl·lits de Júpiter. Les sondes espacials els han fotografiat de prop (figura 10).

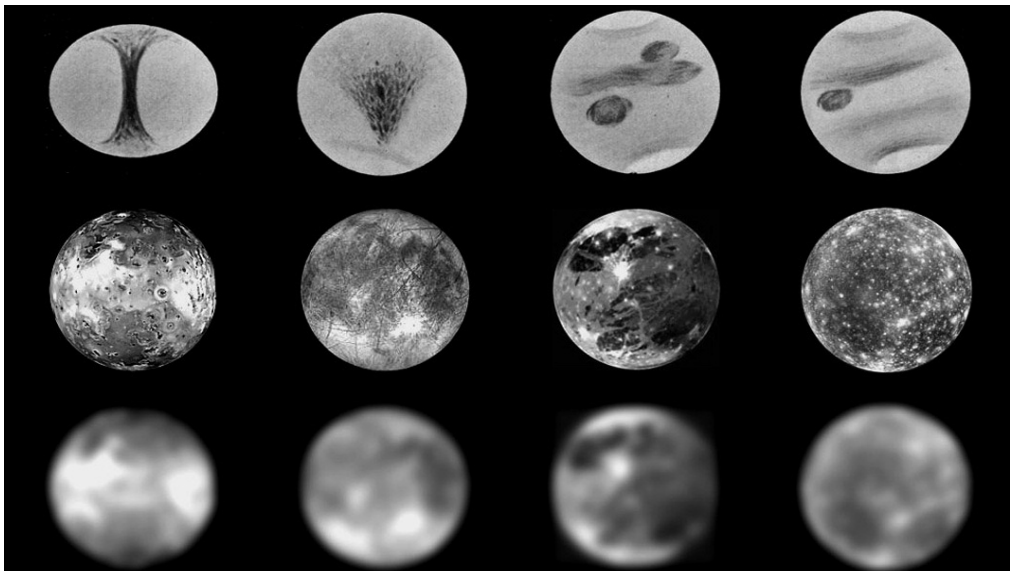


Figura 10. Comparació dels quatre dibuixos de Comas amb imatges modernes de la sonda Voyager (segona fila). La fila de baix ens mostra les mateixes imatges de la sonda després d'aplicar-hi un desenfocament gaussià.

Sabem que Ió no és ovalat, però podem deduir que un efecte òptic pot donar aquesta sensació per causa de mostrar les zones laterals més clares que la part central.

Quan es treballa en els límits, l'ull humà tendeix a amplificar qualsevol àrea clara. També succeeix en fotografia: si es volen captar els detalls foscos, els clars queden saturats i apareixen més grans. Un exemple prou conegut dels observadors de Mart són els seus casquets blancs: tothom tendeix a dibuixar-los més grans del que són.

Algú podria dir que si Comas va dibuixar repetides vegades Ió, no tenia perquè veure sempre la franja fosca central, ja que el satèl·lit rotaria. Això no és del tot cert. Ió té la rotació sincronitzada i, per tant, sempre ensenya la mateixa cara a Júpiter. Observant Ió quan és proper a les seves màximes elongacions (que és quan es veu millor ja que la resplendor de Júpiter no molesta), sempre mostra el mateix aspecte vist des de la Terra. Una cara estant a l'est i l'altra estant a l'oest.

Als altres tres satèl·lits, Comas hi va dibuixar ombres més o menys indefinides i casquets clars. A Europa hi dibuixa el triangle fosc; podria ser l'ombra fosca que hi ha a la dreta de la imatge de la Voyager. Cal tenir en compte la rotació. La semblança de Ganimedes és extraordinària. Cal·listo és el que té menys contrastos.

La sèrie de baix són les mateixes imatges de la Voyager a les quals hem aplicat un enfocament gaussià per fer-les més semblants a l'aspecte sempre borrós que ofereixen les imatges dels telescopis. No veieu Ió ovalat?

Damian Peach

Damian Peach és considerat un dels millors astrofotògrafs del món. És ajudant de director de les seccions de Júpiter i Saturn de la British Astronomical Association i membre de la nord-americana ALPO (Association of Lunar and Planetary Observers). És anglès, però de tant en tant agafa els seus estris i se'n va una temporada a les illes Barbados a prendre fotos. Ho fa amb un Celestron-14 (catadiòptic de 35 cm d'obertura). Està especialitzat en l'obtenció d'imatges planetàries amb tècniques digitals (CCD i webcam), emprant el sistema d'integració de múltiples imatges.

L'any passat (2006), Peach es va despenjar fotografiant Ió i Ganimedes amb una videocàmera Phillips Thoucam Pro i sumant les imatges. Cosa insòlita, ja que ningú no es dedica a aquests astres a causa de la seva dificultat. A la figura 11 es poden veure les imatges de Peach comparades amb els dibuixos de Comas.

Així, doncs, Comas podia veure l'enfosquiment del disc de Tità?

El 18 de setembre de 1907, Saturn estava en oposició amb unes condicions relativament favorables: 44° sobre l'horitzó. La distància a la Terra era de 1.286 milions de km. Ell va fer l'observació el 13 d'agost, però la diferència de distàncies és menyspreable. Aleshores el diàmetre aparent de Tità era de 0,83". És evident que podia veure l'enfosquiment del contorn i, per tant, deduir que Tità té atmosfera.

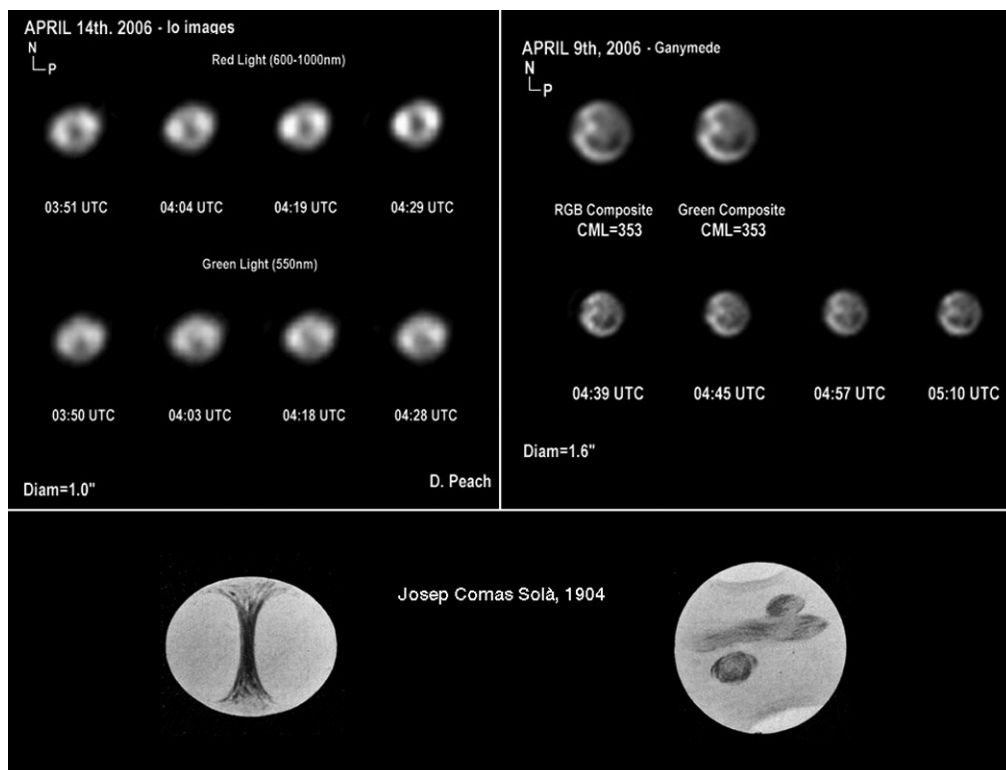


Figura 11. Imatges d'Io i de Ganímedes obtingudes per Damian Peach el 2006 comparades amb els dibuixos de Comas.

Agraïments

Al Dr. Josep Maria Codina, director de l'Observatori Fabra, per la informació aportada.

A Damian Peach i a Jesús R. Sánchez per autoritzar l'ús de les seves imatges.

A Stéphane Lecomte pel seu magnífic estudi sobre les observacions de Tità publicat a *L'Astronomie*, juny 2005.

Bibliografia

COMAS SOLÀ, J. (1908), «Observations des satellites de Jupiter et de Titan», *Astronomischer Nachrichten*, **179**, 289-290.

DANJON, A.; COUDER, A. (1979), *Lunettes et télescopes*, Paris, Librairie Scientifique et Technique A. Blanchard, 23-28.

OLIVER, J. M. (2007), «Josep Comas Solà, observador visual», A: *Ciclo de conferencias. Curso 2006-2007*, Sabadell, Agrupació Astronòmica de Sabadell, 385-403.