

JOSEP ESTALELLA I JOSEP COMAS: DE GIRONA A TITÀ

MANUEL MORENO;¹ JOAN MIRÓ²

¹ DEPARTAMENT DE FÍSICA I ENGINYERIA NUCLEAR, ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE VILANOVA I LA GELTRÚ, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

manuel.moreno@upc.edu

² DEPARTAMENT DE QUÍMICA, UNIVERSITAT DE GIRONA.

joan.miro@udg.edu

Paraules clau: *atmosfera de Tità, Ciència recreativa, Josep Comas Solà, Josep Estalella*

Josep Estalella and Josep Comas: from Girona to Titan

Summary: *During the first two decades of the xx century, in the field of the astronomy and of the popularization of the science, they highlight, among other, two excellent contributions carried out by the astronomer and journalist Josep Comas (1868-1937) and for the scientist and educator Josep Estalella (1879-1938). They are the announcement of the discovery of the atmosphere of Titan (1908), a satellite of Saturn, and the publication of the book Ciència recreativa (1919), respectively. The centennial of this discovery and the recent arrival of the probe Huygens to this moon, as well as a reading and recent revision of the text of Estalella are good reasons to analyze some aspects of these contributions of both scientists and popularizers of the science whose task has never been sufficiently grateful.*

Key words: *Titan's atmosphere, Ciència recreativa, Josep Comas Solà, Josep Estalella*

1. Introducció

El 1907, l'astrònom català Josep Comas Solà (1868-1937) publicava les observacions dels satèl·lits de Júpiter i de Saturn efectuades entre 1907 i 1908 des de l'Observatori Fabra de Barcelona. Era la primera vegada que es comunicava l'existència d'una atmosfera en un satèl·lit del sistema solar: Tità. El treball apareixia publicat a *Astronomische Nachrichten*, la revista astronòmica més important del moment. Un descobriment controvertit del qual es compleixen ara cent anys (Moreno, 2007). Atesa la seva transcendència i actualitat amb l'arribada, el gener de 2005, de la sonda Huygens a aquesta lluna, val la pena revisar-ho.

El pedagog i científic català Josep Estalella (1879-1938), primer director de l'Institut-Escola de Barcelona, va exercir com a catedràtic de física i química a l'Institut Vell de Girona. Allà preparà el seu conegut llibre de divulgació *Ciencia recreativa*, publicat l'any 1919. De les 991 experiències proposades, que contenen qüestions variades de matemàtiques, física, química, geografia i construccions i observacions diverses, vint se centren en temes astronòmics: determinació de la meridiana, estimació de l'hora local, construcció i ús de rellotges de sol, identificació de la fase de la Lluna, etc. Es tracta d'un text de divulgació de la ciència molt valuós atesa la sequera crònica en aquest camp. Una iniciativa recent ens ha permès a uns quants professors universitaris efectuar una relectura, en clau actual, d'aquest llibre (Miró, 2007).

A continuació presentem algunes reflexions al voltant de Comas i d'Estalella sobre els aspectes mencionats. Un parell de científics i divulgadors catalans a reivindicar.

2. Josep Comas i l'atmosfera de Tità

Le 13 août 1907, avec une image très belle et me servant du grossissement de 750 fois, j'ai vu Titan avec les bords très foncés, s'estompant dans l'obscurité du ciel (quelque chose de semblable à ce que'on observe dans le disque de Neptune), tandis que vers la partie centrale, bien plus claire, on voyait deux taches rondes et blanchâtres qui me faisaient l'effet d'une étoile double diffuse. Nous pouvons supposer, légitimement, que cette grande obscurité des bords démontre l'existence d'une atmosphère très absorbante autour de Titan.¹

Amb aquesta sensacional conclusió, l'astrònom barceloní Josep Comas Solà (1868-1937) finalitzava el resum de les observacions dels satèl·lits de Júpiter i de Saturn efectuades entre 1907 i 1908 des de l'Observatori Fabra de Barcelona. Era la primera vegada que es comu-

1. «El 13 d'agost de 1907, amb una imatge molt bella i fent servir 750 augments, he vist Tità amb els marges molts enfosquits, difuminant-se en la foscor del cel (semblant al que s'observa en el disc de Neptú), mentre que en la part central, molt més clara, es veien dues taques rodones i blanquinoses que donaven la impressió d'una estrella doble difusa. Podem suposar, legítimament, que aquesta gran obscuritat dels marges demostra l'existència d'una atmosfera molt absorbent al voltant de Tità.»

nicava l'existència d'una atmosfera en un satèl·lit del sistema solar. El treball, titulat *Observations des satellites principaux de Jupiter et de Titan*, apareixia publicat en francès a *Astronomische Nachrichten*, la revista astronòmica més important del moment, editada per l'Observatori de Kiel (Alemanya) (Comas, 1908).

Un astre sense atmosfera, com Mercuri o la Lluna, no té l'aspecte mencionat. El seu disc és totalment brillant. L'enfosquiment del seu limbe és indicatiu de l'existència d'atmosfera. No obstant això, en un objecte de dimensió aparent tan petita com Tità resulta difícil de detectar fins i tot amb els millors telescopis terrestres moderns. ¿Va ser tècnicament possible per a Josep Comas veure'l amb el seu telescopi? ¿Concorda la seva descripció amb les possibilitats tècniques observacionals de l'instrument emprat?

Les observacions havien estat realitzades des de l'Observatori Fabra de Barcelona, del qual Comas era director des de la seva fundació (1904), amb el telescopi refractor Mailhat de 38 cm. El poder de resolució de l'instrument és de l'ordre d'1 microradià. Tità té una mida de 5.150 km (5.400 km si s'inclou la seva atmosfera). És 1,5 vegades més gran que la Lluna. A l'època de l'observació es trobava a unes 9 UA de distància. El seu diàmetre aparent era de 4 microradians (menys d'1 segon d'arc). El seu disc apareixia tan petit que 2.200 Titans en filera amb prou feines taparien el disc lunar. És com observar una moneda d'un euro a 6 km de distància. Els detalls més petits que poden distingir-se amb aquest telescopi són de l'ordre de la meitat o una quarta part de la grandària aparent de Tità. Comas treballava molt a prop del límit de resolució del seu telescopi quan va descobrir les taques clares en el centre del disc del satèl·lit i l'enfosquiment del seu limbe. Encara que hagués gaudit de les millors condicions atmosfèriques, no podria haver distingit gaire res més.

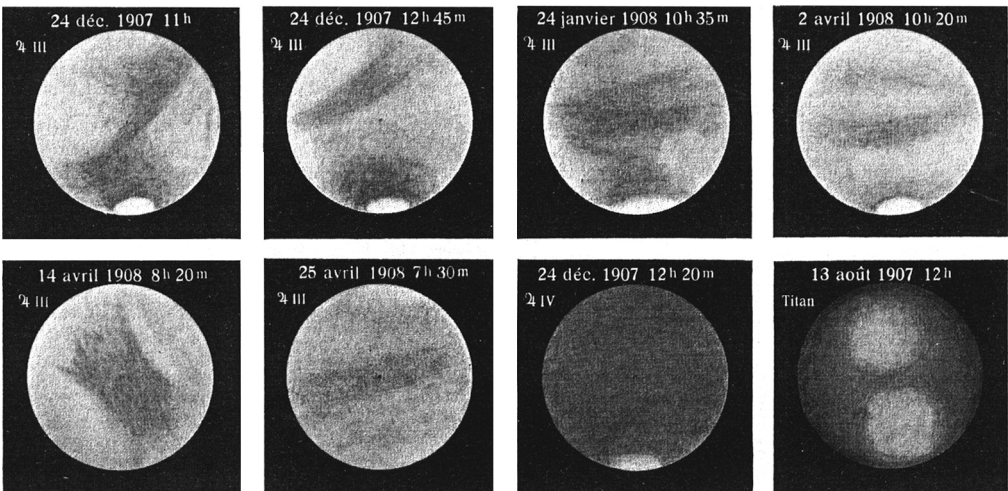
Cap altre astrònom va arribar a informar sobre una observació semblant. Tampoc Comas va publicar més observacions al respecte. No obstant això, la magnífica òptica del telescopi (de la qual pot donar fe un dels autors d'aquest article (MM) per la seva vinculació a l'Observatori Fabra durant la dècada de 1980), unes condicions atmosfèriques excel·lents (la contaminació lumínica del cel barceloní de principis del segle xx no era, és clar, l'actual), una notable agudesia visual i la seva reconeguda experiència com a observador avalen l'autenticitat dels dibuixos i la conclusió a la qual va arribar Comas. Resulta difícil pensar que els hagués inventat ja que tampoc existien referències d'altres atmosferes de satèl·lits per copiar (Núñez, 2007).

A principis del segle xx, moltes de les observacions astronòmiques es realitzaven encara a simple vista. Els observadors reproduïen el que veïen a través dels seus telescopis en dibuixos. Un ull humà, ben entrenat, és capaç de capturar moments de claredat en les imatges de les fonts astronòmiques degradades per l'atmosfera terrestre (*seeing*). En l'article original (Comas, 1908), a més de les observacions de Tità apareixen també dibuixos dels satèl·lits de Júpiter: Ió, Cal·listo i Ganimedes. Els trets principals esbossats es corresponen, raonablement bé, amb la morfologia coneguda actualment d'aquestes llunes. L'observació de detalls en aquests petits discs és perfectament possible perquè cauen dins del poder resolutiu teòric del telescopi refractor de l'Observatori Fabra. Comas suggereix també que

l'aparença allargada que presenta el disc de Ió és conseqüència de l'enorme gravetat de Júpiter. Una deformació massa petita com per ser visible a simple vista. No obstant això, les regions polars d'aquest satèl·lit són més fosques que la resta de la superfície i, segurament, això seria l'explicació de la deformació del disc observada (Lorenz & Mitton, 2002). Una prova més de l'autenticitat de les observacions de Comas.

D'altra banda, avui en dia sabem que Tità presenta variacions estacionals de la seva aparença. Les diferències de brillantor entre algunes parts de la seva superfície i l'enfosquiment del seu limbe estarien, doncs, justificades. Queda per analitzar i aclarir què són les dues taques blanquinoses que Comas comenta haver observat en la part central del disc del satèl·lit (fig. 1).

Astron. Nachr. Bd. 179.



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

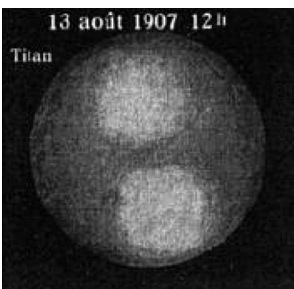


Figura 1. *Superior*: Dibuixos originals de les observacions dels satèl·lits principals de Júpiter i de Tità realitzats per Josep Comas el 1907 i publicats el 1908 a *Astronomische Nachrichten*. *Inferior*: L'enfosquiment de la perifèria del disc de Tità demostra l'existència de l'atmosfera (Comas, 1908).

Des que l'astrònom holandès Christiaan Huygens va descobrir Tità (Huygens, 1698), el segon satèl·lit més gran del sistema solar, per ben poc, i malgrat les especulacions en voga durant el segle XIX sobre la pluralitat dels mons habitats, que tenen com a requisit l'existència d'una atmosfera a l'astre en qüestió, el cert és que cap observació astronòmica no havia confirmat aquesta possibilitat fins al descobriment de Comas.

El 1925, el conegut astrònom britànic James H. Jeans es feia ressò d'aquest descobriment. A la nova edició del seu llibre *Dynamical Theory of Gases* (1904) mencionava explícitament, encara que sense citar la font, que «an atmosphere has been observed on Titan»² (Jeans, 1925). L'hivern de 1943-1994, l'astrònom germanonord-americà Gerard P. Kuiper aportava l'evidència indiscutible i reproducible d'una atmosfera al voltant de Tità. Amb el telescopi de 2,08 m de l'Observatori McDonald (Texas) obtenia l'espectre dels deu satèl·lits més grans del sistema solar. L'espectre de Tità destacava de la resta. Contenia bandes d'absorció identificades amb el gas metà. Kuiper publicava els seus resultats en l'article *Titan: a Satellite with an Atmosphere*. Assenyalava la dificultat de la detecció òptica de l'atmosfera d'un astre de diàmetre inferior a 1 segon d'arc: «In fact, such a thing would seem impossible»³ (Kuiper, 1944).

El gener de 2005, la sonda Huygens de la missió internacional Cassini-Huygens se submergia en l'atmosfera de Tità i aterrava en la seva superfície. Allà segueix encara aportant noves dades sobre aquesta peculiar lluna. En la informació sobre la missió (Cassini-Huygens, 2007) es reconeix a Josep Comas com a descobridor de la seva atmosfera. Una paternitat fora de tot dubte que altres autors (Lorenz, 1997; Núñez, 2007; Oliver, 2007) també han confirmat. Què no hauria donat el nostre astrònom per poder estar allí!

3. Josep Estalella i l'astronomia

3.1. Una vida per la raó

Josep Estalella i Graells va néixer a Vilafranca del Penedès el 21 de juny de l'any 1879 i va morir a Barcelona l'any 1938, el dia 20 d'abril. Llicenciat, amb molt bones qualificacions, en ciències fisicoquímiques per la Universitat de Barcelona (1898), va obtenir el títol de doctor el 1902. La memòria del seu doctorat tractava de l'aplicació dels raigs X a la determinació de pesos atòmics, que era una novetat a principis del segle XX. Estalella, que tenia ànima d'enginyer, conservà sempre una inclinació particular per la ciència aplicada i no es va estar d'exercir la pràctica professional quan va poder. Va ser professor auxiliar de la Universitat de Barcelona (i ajudant de l'estació meteorològica de Barcelona entre 1899 i 1901) fins que, l'any 1905, es va presentar a les oposicions a càtedra de Física i Química i va obtenir plaça a Girona. Llavors es va casar amb Joana Aixelà i Mas —que va morir a Cassà de la Selva l'any 1916— amb qui va tenir tres fills.

2. «Una atmosfera s'ha observat a Tità.»

3. «De fet, una cosa així sembla impossible.»

Durant la seva estada a Girona, Estalella, a més de les assignatures que corresponien a la seva especialitat de l'Institut de batxillerat, impartí a Magisteri el que aleshores s'anomenava Nocions de ciències físiques i naturals amb aplicacions a indústria i higiene (1910-1914), exercí també com a bibliotecari de l'Institut (1906-1908) i va ser un dels professors destacats del centre, com recorda E. Mirambell en la història publicada amb motiu dels 150 anys de l'Institut que avui porta el nom d'un dels seus professors, Jaume Vicens Vives. També consta que va organitzar un curs de cosmografia (1909-1910). L'any 1913 va ser nomenat catedràtic numerari dels estudis generals de Física i Química (1913).

El Dr. Estalella va saber combinar les classes, les col·laboracions industrials i la feina de laboratori químic amb afeccions de naturalista. Mentre passejava observava la naturalesa —un principi formatiu que tractava d'induir en els seus estudiants— i col·leccionava plantes. Així, publicà diverses notes sobre orquídiades i preparà un herbari amb dinou orquídiades recollides a la font del Ferro, la vall de Sant Daniel, el Polvorí, les Pedreres, Sarrià de Dalt... No oblidà mai que era un científic. I com a científic va treballar com a assessor i traductor de l'editorial Gustavo Gili (Barcelona), amb la qual va publicar diverses traduccions remarcables, entre elles el manual de química general de Molinari (1914-1915) i el Kleiber-Kaersten de física (1910), que el mateix Estalella va ampliar amb nous capítols dedicats al rendiment de les màquines i a les interferències lluminoses, la polarització de la llum i la doble refracció.

Mentre feia les seves classes, Estalella també va donar sortida a la seva inclinació aplicada. A Girona, va col·laborar amb diverses empreses: Construccions metàl·liques i elèctriques, Adroher Hnos., Planas i Flaqué... Va participar en l'electrificació del santuari del Col·lell, en la construcció de la central del Pasteral i en altres obres. Precisament, en un dels seus articles científics recull un fenomen esdevingut en la inauguració del Pasteral (1908) per il·lustrar l'argumentació de la nova formulació de la teoria del xoc de retrocés que elabora. També va ser membre de la Junta Provincial de Sanitat de Girona (1908) i es va dedicar a fer anàlisis químiques; entre altres, va fer l'anàlisi de les aigües termals de Caldes de Malavella, resultats que no féu públics fins a l'any 1932. No obstant aquesta tendència tan clara en ell i que era molt preuada per les empreses, no va avenir-se a continuar amb Construccions metàl·liques i elèctriques quan la companyia es va traslladar a Barcelona, tot i l'oferta que li van fer (Miró, 2005).

3.2. El pedagog

Cap al final de la seva estada a Girona, l'any 1919, va ser comissionat per la Junta per a l'ampliació d'estudis per visitar liceus del sud de França i del nord d'Itàlia. La Junta va convidar el notable pedagog a incorporar-se a l'Instituto-escuela de Madrid, on es tractava d'introduir nous mètodes educatius i experimentar nous continguts i programes. Estalella va assumir la direcció dels ensenyaments de física i química de l'Instituto-Escuela de Madrid l'octubre de l'any 1919. A Madrid, Estalella va arribar a ser director de l'Instituto-Escuela

durant una part del curs 1921-1922 i va exercir de professor de Física i Química a la «Residència de señoritas» el curs 1919-1920. Després, va anar a Tarragona, on fou catedràtic de l'Institut de Tarragona (1921-1932).

La vida posterior del Dr. Estalella va unida a la renovació republicana i a la història de la política educativa de la Generalitat. El 1931 va ser nomenat membre del Consell de Cultura de la Generalitat, que presidia Josep Serra i Hünter, i el 1932 es convertí en el director de l'Institut-Escola de Barcelona, creat per la Generalitat de Catalunya: Estalella també va ser president, de 1932 a 1933, de la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques. En el marc del Seminari de Pedagogia de la Universitat de Barcelona va intervenir en la preparació dels joves llicenciats que volien dedicar-se a l'ensenyament.

La pedagogia va ser una de les línies mestres d'Estalella durant tota la seva vida. La va manifestar amb l'elaboració de textos d'exercicis teòrics i de pràctiques (1914), compendis, manuals i fitxes per ajudar a l'estudi (1912), en articles de divulgació, com el que dedicà a donar consells sobre la instal·lació de parallamps a les masies (1910), i va ser després fonamental en l'orientació de l'Institut-escola. En el seu enfocament pedagògic, l'estudiant era un protagonista actiu que construïa els coneixements amb l'ajut d'un professor que no es limitava a impartir la classe i que confiava en el mètode intuïtiu.

Avui, una escola pública de Vilafranca del Penedès porta el seu nom, una escola molt activa situada al centre de la vila, al carrer del Carme núm. 1, i que disposa d'una emissora de ràdio escolar.

3.3. Ciència recreativa

Al costat dels treballs especialitzats i dels textos i les fitxes de suport a l'ensenyament, el seu llibre més celebrat és *Ciencia recreativa* (1919), un llibre publicat l'any que abandonava Girona i que és evident que el va preparar mentre residia a la ciutat. El llibre és un interessant text de divulgació que insisteix en curiositats i fenòmens científics amb la voluntat d'entretenir... i ensenyar. És un llibre que va ser reeditat diverses vegades fins a l'any 1979 i que no tardarà gaire en ser editat de nou, ara com a facsímil. Tanmateix, els llibres de text més coneguts que va publicar com a autor són posteriors, ja dins la dècada de 1920.

El llibre conté alguns exemples aplicats de temes relacionats amb l'astronomia observacional sense instruments específics (20 d'un total de 991 experiències i exercicis, el que representa un pes de l'astronomia del 2%). No tracta de la utilització del telescopi ni de l'estudi de les estrelles o dels fenòmens celestes. Inclou una vintena d'apartats dedicats a la determinació de la línia meridiana i a la construcció del gnòmon (exercicis o experiències 845 a 847), la determinació de l'hora local (848 a 852), la construcció de rellotges de sol (853 a 861) i l'observació de la Lluna (863 i 864), amb la discussió i estudi de temes i conceptes com ara l'any llum, la línia meridiana, la mesura del temps i la naturalesa del nostre calendari. Les activitats proposades es troben dins del capítol III, *Cuestiones de Geografía e Historia natural*, de l'obra (i comparteixen cartell amb el col·leccionisme de segells i l'olfacte del cargoll!).

3.4. Els fenòmens astronòmics periòdics

Per construir el gnòmon Estalella comença per identificar la meridiana mitjançant l'ombra projectada per una peça rectangular de fusta. La construcció combina una vareta vertical amb el traçat del recorregut de la seva ombra projectada pel Sol al llarg del dia i utilitza el compàs per dibuixar la meridiana. La construcció inclou indicacions pràctiques, comentaris sobre la utilitat dels rellotges de sol i descriu com es pot millorar la precisió del gnòmon. Paral·lelament, el text introdueix el concepte de Sol aparent, amb observacions força escièntífiques sobre la durada del dia i de l'any solars, i explica la utilitat de l'equació del temps, que relaciona amb l'ajustament de l'hora del rellotge amb l'hora assenyalada pel gnòmon. També ho aprofita per parlar de l'hora local, de les diferències horàries i dels convenis internacionals que van portar a elegir el meridià de Greenwich per establir un temps universal.

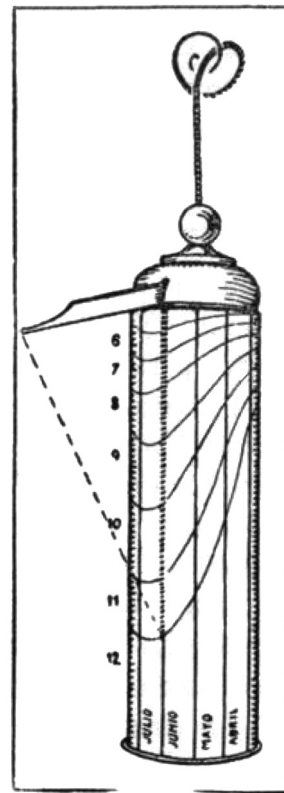
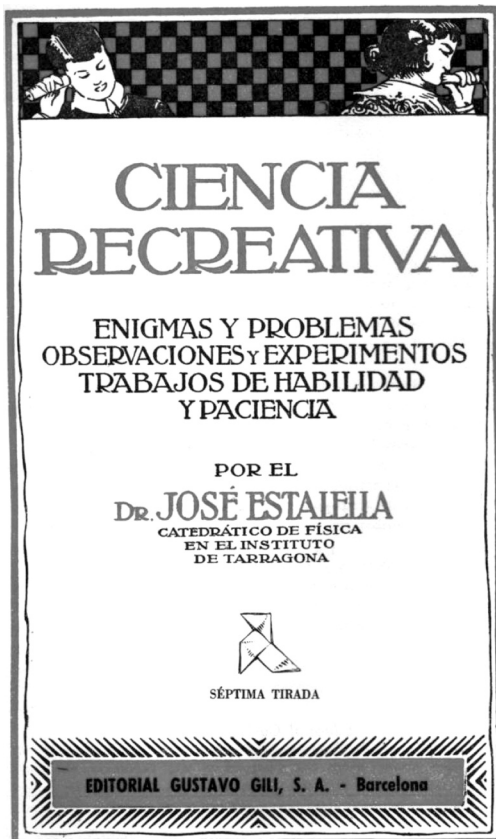


Fig. 732

Figura 2. Esquerra: Portada de l'edició de 1973 del llibre *Ciencia recreativa* (1919). Dreta: Il·lustració del curiós rellotge de sol portàtil emprat, segons Estalella, per alguns pastors dels Pirineus i que coneix gràcies a una comunicació del Dr. Fontserè (p. 425).

Estalella recorda el paper dels ferrocarrils en la introducció de l'hora oficial («¿Quién prepararía y quién descifraría un horario de ferrocarriles en el que se fueran adoptando las horas locales de las estaciones por las que fuera pasando el tren?») (p. 417) i utilitza la longitud del meridià de la ciutat de Girona per donar un exemple de la diferència entre l'hora local i l'hora oficial.

Tot seguit, gairebé com una transformació del gnòmon, Estalella exposa la construcció de rellotges de sol de diversos tipus: cilíndrics, semicilíndrics, casolans, esfèrics, plans horitzontals i plans verticals (com el que cita del Mas Molins, a Viladrau, calculat pel pare Pericas de l'Observatori de l'Ebre). Un dels rellotges de sol que descriu és un model portàtil que utilitzaven els pastors dels Pirineus i que coneix gràcies a una comunicació del Dr. Fontserè (fig. 2). Avui dia, els GPS faciliten la determinació de les coordenades de l'indret on es vol construir un rellotge de sol. Quan Estalella explica la importància de la latitud en la construcció del rellotge de sol utilitza Girona com a exemple. Sense arribar al detall dels manuals de construcció de rellotges de sol, Estalella descriu com construir-los de manera que estiguin adaptats al temps mitjà.

El Dr. Estalella també parla en el seu llibre de l'any llum com a mesura de les distàncies astronòmiques i utilitza anècdotes clàssiques, com l'atribuïda a Isop, i comparacions amb les velocitats assolides per vehicles terrestres que considerava més comprensibles per als lectors: «Así puede decirse que la distancia de Barcelona a la frontera francesa es de tres horas y media de tren expreso» (p. 426). Finalment, Estalella, per completar aquesta secció del seu llibre, aprofita una dita popular per comentar un fenomen astronòmic com les fases de la Lluna: «*Luna mendax*. Es mentirosa la Luna» (p. 427).

Bibliografia

- CASSINI-HUYGENS MISSION, www.saturn.jpl.nasa.gov/ [consultada l'octubre de 2007].
- COMAS SOLA, J. (1908), «Observations des satellites principaux de Jupiter et de Titan», *Astronomische Nachrichten*, 4290, 289-290.
- ESTALELLA, J. (1919), *Ciencia recreativa*, Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- HUYGENS, C. (1698), *The Celestial Worlds Discover'd*, London, Printed for T. Childe.
- JEANS, J. H. (1925), *Dynamical Theory of Gases*, Cambridge, 348.
- KUIPER, G. P. (1944), «Titan: a Satellite with an Atmosphere», *Astrophys. J.*, 100, 378-383.
- LORENZ, R. (1997), «Did Comas Solà discover Titan's atmosphere?», *Astronomy & Geophysics*, 38 (3), 16-18.
- LORENZ, R.; MITTON, J. (2002), *Lifting Titan's Veil. Exploring the giant moon of Saturn*, Cambridge University Press, 13.
- MIRÓ, J. (2005), «El doctor Josep Estalella a Girona: fa cent anys», *Revista de Girona*, 233, 40-43.
- MIRÓ, J. (coord.) (2007), *Ciencia recreativa comentada*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona i Ed. Competium.
- MORENO, M. (2007), «Josep Comas Solà y la atmósfera de Titán», *Construye tu TELESCOPIO Star Observer (Enciclopedia coleccionable de 50 fascículos)*, Barcelona, Planeta de Agostini, 25.
- NÚÑEZ, J. (2007), Comunicació privada.
- OLIVER, J. M. (2007), «Va descobrir Comas l'atmosfera de Tità?», en aquestes mateixes *Actes de la Segona Jornada d'Història de l'Astronomia i la Meteorologia*.