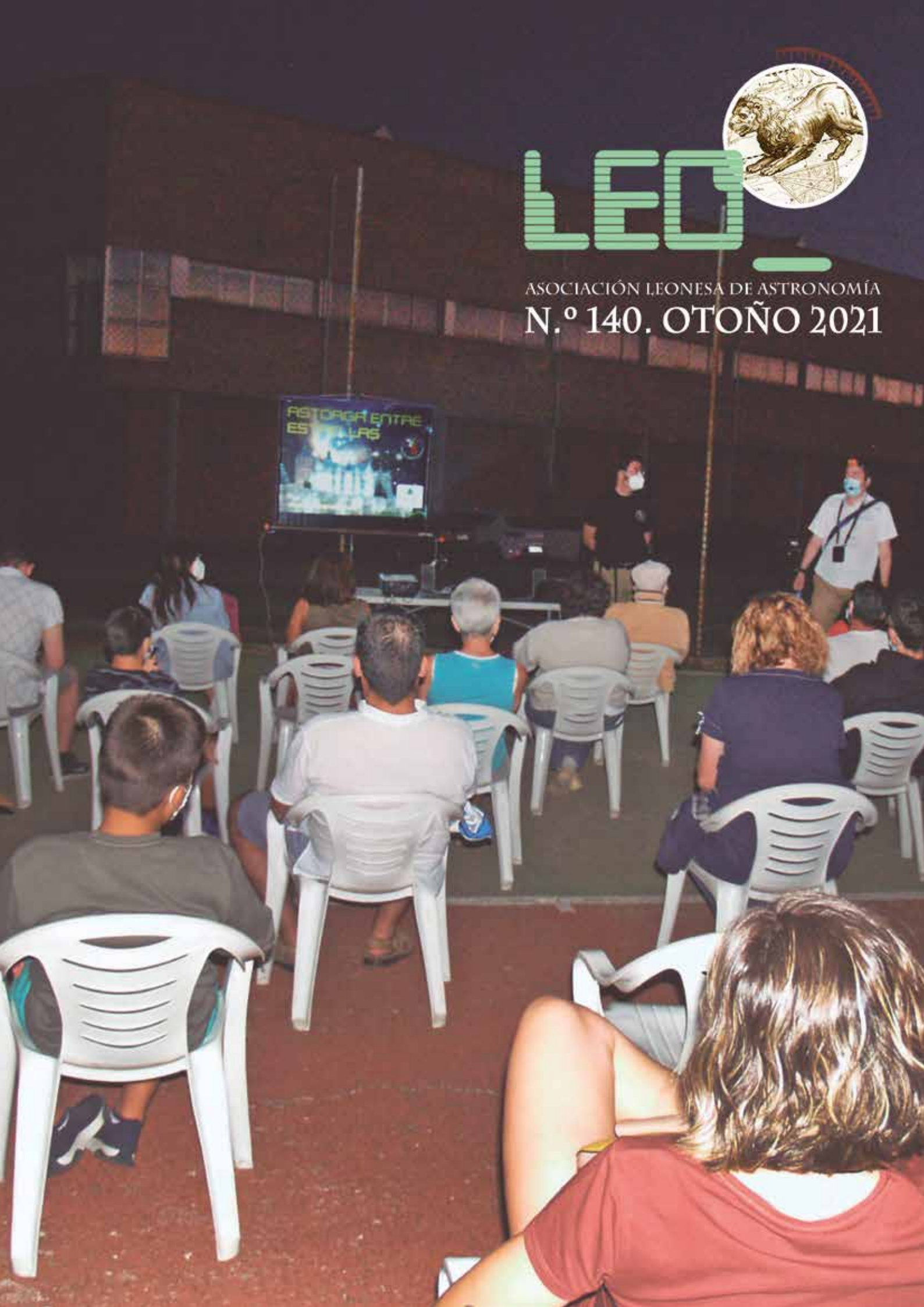




# LEO

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA  
N.º 140. OTOÑO 2021



# LEO



## N.º 140

### OTOÑO 2021

[OCTUBRE-DICIEMBRE]

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA

**Edita:** Asociación Leonesa de Astronomía.

**Dirige:** Xuasús González.

**Imprime:** Punto y Seguido.

**Depósito Legal:** LE-858-1990.

**ISSN:** 1697-5170.

**Colaboran en este número:** Joan Manuel Bullón i Lahuerta, Juan Carlos Casado, Ricardo Chao Prieto, Francisco Javier de Cos Juez, José Vicente Gavilanes, Juanjo González, Xuasús González, Santiago Izquierdo, Rafael Matías, Luis Mederos, Antonio Morán Álvarez, Jerónimo Muñoz, Esteban Esteban Peñalba, Mario Pérez Riera, Alberto Pisabarro, Jesús San José Hernández y Fernando Vélez Sánchez.

La Asociación Leonesa de Astronomía no se hace responsable del contenido de las colaboraciones publicadas en esta revista.



**Asociación Leonesa de Astronomía**

Apartado 1236. 24080-León

leo@astroleon.org

www.astroleon.org

695 405 640

**Presidente:** José Vicente Gavilanes.

**Vicepresidente:** Paúl Llamazares.

**Secretario:** Saúl Blanco.

**Tesorero:** Francisco Laiz.

**Vocales:** Rafael Matías y Xuasús González.

**Miembro de:**



Federación de Asociaciones  
Astronómicas de España

Carta del presidente.....	3
La Asociación, día a día.....	4
Lucy. Explorando troyanos y su vínculo con León y Asturias..... por Francisco Javier de Cos Juez	6
Cetus [Todos los nombres]..... por José Vicente Gavilanes	8
Guía de Campo de los Catálogos Messier y Caldwell [Difunde, que algo queda]..... por Joan Manuel Bullón i Lahuerta	11
Los puntos de Lagrange..... por Esteban Esteban Peñalba	12
A M15, por favor [El Universo Messier]..... por Xuasús González	15
Juan Carlos Casado [Disparando al cielo]..... por Ricardo Chao, Juanjo González, Rafael Matías, Alberto Pisabarro y Juan Carlos Casado	16
Un gran salto para un hombre, un pequeño paso para la humanidad (I)..... por Antonio Morán Álvarez	18
Navegación astronómica..... por Luis Mederos	20
Sociedad Astronómica Asturiana Omega [No estamos solos...]..... por Santiago Izquierdo	23
¿Qué es una estrella? (y II)..... por Fernando Vélez Sánchez	24
Pequeñas herramientas astronómicas [Doceo ergo sum]..... por Jesús San José Hernández	26
Efemérides..... por Mario Pérez Riera	28
Eutiquio García Arce [Desde el observatorio].....	31
por Jerónimo Muñoz	

#### En portada:

Cinco sesiones del proyecto «Camino de estrellas» –una veintena de observaciones en localidades del norte de España por donde pasan Caminos de Santiago–, impulsado por el Observatorio Astronómico Ramón María Aller de la Universidad de Santiago de Compostela, han sido confiadas a la Asociación Leonesa de Astronomía, entre ellas esta –inmortalizada por Paco Laiz– que tuvo lugar en Astorga el pasado 16 de julio.





José Vicente Gavilanes  
leo@astroleon.org

# Carta del presidente



Fig 1. Escudo de la Academia Linceana, fundada en 1603 (<https://tinyurl.com/36bx2xrv>).

Desde hace meses tenía pendiente referirme en esta carta, que abre nuestra revista Leo, a una sección que considero de notable interés y mérito: *La Academia de los Topos. Diálogos galileanos apócrifos en nuestro tiempo*. Y lo hago ahora, después de que la serie se cerrara hace un par de números (Leo n.º 138, primavera 2021, pp. 13-15) y nos haya dejado a los lectores con la miel del placer intelectual en los labios. Su autor, apócrifo como corresponde a unos diálogos que, según rezaba el subtítulo de la sección, también lo son, necesita descanso por motivos profesionales y personales. Y los lectores, con pena, pero comprensivos como es natural, agradecemos su dedicación, le deseamos merecido reposo y esperamos que regrese pronto a estas páginas.

Aunque sea de todos conocido, me veo en la obligación de disertar brevemente sobre el título y el autor de la sección, que para eso he mentado el tema. *La Academia de los Topos* alu-

de, por contraposición, a la *Accademia dei Lincei, Academia de los de vista penetrante, de los linceos*, como quien dice. Esta institución científica fue fundada por el príncipe F. Cesi en 1603 y su símbolo es un lince rodeado de una guirnalda rematada por la corona del príncipe fundador (fig. 1). El mensaje era claro: el lince, famoso por la agudeza de su vista (Linneo fue también un argonauta célebre porque, al parecer, era capaz de ver a través de las paredes), es un emblema de la penetración en los arcanos de la naturaleza de los socios de la Academia, cuya consigna era «*Auspicit et inspicit*», «Mira y examina con atención», que Cesi expresaba también con el lema «*Minima cura si maxima vis*» («Cuida de las pequeñas cosas si quieres obtener los mayores resultados»). Galileo ingresó en la Academia en 1610 y le gustaba titularse *accademico linceo*.

Naturalmente, llamar a su sección *Accademia de los Topos* es una declaración de modestia y humildad por parte del autor, que se considera tan alejado de la valía e inteligencia de aquellos académicos como la vista de los topos de la de los linceos. Por ello, los diálogos que presenta, con los mismos protagonistas que los del galileano *Diálogo de los dos máximos sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano*, Salviati, Simplicio y Sagredo, son calificados por el autor como *Diálogos galileanos apócrifos en nuestro tiempo*. Y son apócrifos no solo por el autor, Redento Baranzano, sino porque, además de que evidentemente Baranzano es pseudónimo del verdadero autor, que permanece oculto, los intervinientes tienen los

papeles cambiados. En efecto, en el diálogo galileano, Salviati defiende el copernicanismo con agudas y convincentes razones, apoyado por un complaciente Sagredo, mientras que Simplicio es un acérrimo –y un tanto obtuso– defensor del decadente aristotelismo. Por el contrario, en los diálogos de Baranzano, Simplicio es quien defiende las tesis científicas más avanzadas, debidamente razonadas y explicadas, mientras que Salviati y Sagredo son meros comparasas. Simplicio se venga así de la ridiculización y el desprecio con que es tratado en el diálogo galileano (su mismo nombre, aunque hace referencia a un filósofo y matemático del s. VI, Simplicio de Cilicia, señala su simpleza y su falta de ingenio).

Me dirá, amigo lector, que nada digo ni aclaro sobre el autor, pero no es necesario que, sin ir más lejos, Wikipedia le dará cumplida y fiable noticia del sacerdote Redento Baranzano (1590-1622), autor de *Uranoscopia*, obra que apoyaba el sistema planetario copernicano, y amigo que fue de Galileo Galilei y de Francis Bacon. ¡Ah!, ¿que se refiere usted al auténtico autor, no al apócrifo, escondido por el pseudónimo? Lo siento, aquí debo decir que tampoco yo lo sé, de modo que será necesaria la vista de un lince y la paciencia de un topo para identificarlo.



## Caminos de estrellas

La serie de conferencias y observaciones públicas impulsadas por la Universidad de Santiago de Compostela a través de su Observatorio Astronómico 'Ramón María Aller', proyectadas bajo el paraguas del Xacobeo 2021-2022 con el nombre de «Caminos de estrellas» y cuya primera entrega se realizó en Carrión de los Condes (Palencia) de la mano de nuestro compañero Paúl Llamazares, se completó –en lo que a la Asociación Leonesa de Astronomía compete– con otras cuatro sesiones. De la primera de estas (que llevaba por título «Astorga entre las estrellas») se encargó Ricardo Chao, que disertó con documentada erudición sobre el Sistema Solar, y se realizó en las instalaciones deportivas a las afueras de Astorga el día 16 de julio. Con un paseo a ojo desnudo por el cielo y el despliegue de varios telescopios para observar planetas y objetos de cielo profundo se cerró la jornada.

La segunda tuvo lugar el 13 de agosto y se centró en la lluvia de estrellas de las Perseidas. Fue Jesús San José quien ilustró como sólo él sabe a cuantos asistieron a la convocatoria en el exterior de nuestro observatorio del Coto Escolar. El título, «¡Mira, mira! ¡Una estrella fugaz!», lo dejó explicado: imágenes y palabras en torno a las estrellas fugaces, que se complementaron con la observación del cielo desde los telescopios disponibles.

La tercera sesión fue al día siguiente en Camaleño (Cantabria), en el en-



Fig. 1. La Asociación Leonesa de Astronomía, en Camaleño (Cantabria). Foto: Paco Laiz.

torno de la ermita de San Miguel, con la luz como tema principal (fig. 1). La presentación, espléndida y luminosa como correspondía al título, «Luz», corrió a cargo de Saúl Blanco. La observación programada a continuación hubo de ser virtual casi en su totalidad, pues las nubes fueron cubriendo el cielo hasta cerrarse por completo.

La cuarta y última jornada se desarrolló en Cacabelos, en el yacimiento arqueológico de Castro Ventosa. El 11 de septiembre, Xuasús González, con la pasión de un berciano en su tierra, y el también berciano Carlos Fernández –profesor este último del departamento de Historia de la Universidad de León–, bajo el título «Los astros, desde un castro», abordaron –tras explicar brevemente la importancia del lugar en que se encontraban– distintos aspectos astronómicos para finalizar dando cuenta del eclipse de Sol de 1912, que fue seguido precisamente desde Cacabelos por distintos astrónomos. La observación

posterior no desmereció ni de la noche ni del lugar, en una sesión que el viento se encargó de que no se alargara más de lo necesario.

## Sesiones estivales de observación

La simple enumeración de las actividades astronómicas realizadas en distintos pueblos de la provincia dará una idea ajustada del ritmo frenético, especialmente en la segunda semana de agosto, que mantiene nuestra agrupación para atender las peticiones de ayuntamientos, juntas vecinales y asociaciones culturales. El 9 de julio acudimos a Santa Marina del Sil, el 24 a Lago de Babia y los días 28, 29 y 31 de julio se realizaron sendas actividades para unos 22 niños y sus padres en Puente Villarente. En agosto, el día 6 atendimos a unas 30 personas en el Coto Escolar, con un mal cielo de entrada, pero que acabó despejándose, de modo que conjugamos la observación a simple vista con imágenes





Fig. 2. Observación pública en Villanueva de las Manzanas. Foto: Paco Laiz.

proyectadas; el 7 estuvimos en Torrebarrio, el 10 y el 17 atendimos a un grupo de discapacitados de ASPACE en el observatorio; el 11, en una noche excelente para la observación, acudimos a Santa María del Páramo, invitados por Geni y Maribel; el 12 visitamos la bodega Gordonzello, en Gordoncillo; el 20 nos desplazamos a Villanueva de las Manzanas (fig. 2); el 21, a Lago de Babia, el 24 a Oncina de la Valduncina, el 28 a Paradilla de Gordón; y, ya en septiembre, el día 3 acudimos a Villadangos y el 4 a Torrebarrio. ¿Se hace cargo el lector de la cantidad, quizá excesiva, de actividades que se llevan a cabo? Pues aún han de añadirse las sesiones que dedicamos a los niños acampados en el Coto Escolar: todos los martes desde finales de junio a comienzos de septiembre, aproximadamente de 22:30 h a 00:00 h, paseamos por el cielo con ellos, visitan la cúpula, atienden a las explicaciones y ‘descansan’ en el salón de actos con una breve presentación sobre los astros, algún astrónomo o la ISS (¡y algunos incluso se duermen con el abrigo y la comodidad de las butacas!). Son los *Astrocotomartes*, una de las distintas colaboraciones de la ALA con el Ayuntamiento y con la ciudad de León.

### Presentación del n.º 136 de Leo, asamblea y actividades propias

El 29 de julio, antes de salir para la observación en Puente Villarente, se reunió un grupo de socios que aceptaron la invitación de nuestro compañero Xuasús con motivo de la presentación del número 136 de nuestra revista Leo. Es una buena ocasión

para saborear nuestra compartida afición, plasmada en papel. Acto seguido, los mismos asistentes repasaron los asuntos recogidos en el orden del día de la asamblea ordinaria anual. La convocatoria incluía la renovación de algunos cargos, como el de secretario y tesorero, que desempeñarán Saúl Blanco y Francisco Laiz respectivamente, o una de las vocalías, a la que se incorpora Rafael Matías. El acta correspondiente está a disposición de quien lo desee en la oficina del observatorio.

Además de estas actividades institucionales, los socios que solemos acudir los viernes al observatorio aprovechamos la segunda quincena de septiembre, cuando ya habían acabado las actividades reseñadas, para disfrutar del cielo. Así, el 24 de septiembre, con Luna menguante y algunas nubes en el cielo, Paúl, con paciencia francis-

cana, localizó ‘a mano’ el planeta Neptuno, un hermoso punto azul pálido al lado de una estrella. Parecían talmente las dos componentes de Albireo, pero en la constelación de Acuario.

Cuatro días más tarde, el día 28, varios socios visitamos en el campus universitario el despliegue de telescopios de la misión ‘Lucy’ de la NASA. Se trataba de preparar la observación de la ocultación de una estrella por el asteroide troyano de Júpiter ‘Polymele’ que tendría lugar el 1 de octubre, pues la misión pretende estudiar los orígenes del Sistema Solar a partir del análisis de los troyanos de Júpiter. Se montaron 22 telescopios Dobson de 10 pulgadas para el entrenamiento. Quienes presenciamos tal despliegue de medios nos sentimos hormigas ignorantes al lado de gigantes expertos astrónomos. No obstante, nos sorprendió comprobar que, a pesar de su sapiencia en lo técnico, no todos conocían el cielo a simple vista como cabría esperar, y hasta dudaban de la ubicación en el cielo de la estrella más brillante de Auriga, Capella.

Por último, antes de acabar el mes, nuestro compañero Xuasús González aprovechó un viaje personal a Barcelona para ejercer de embajador de la ALA: visitó a Rosa María Ros –uno de los grandes referentes en la enseñanza de la astronomía–, gracias a cuya generosidad –que queremos agradecer desde estas páginas– regresó con la buchaca llena: unos cuantos libros y material variado de temática astronómica (fig. 3).



Fig. 3. Xuasús González en su visita a Rosa María Ros. Foto: Mercedes Blanco.

# Lucy. Explorando troyanos y su vínculo con León y Asturias



**Francisco Javier de Cos Juez**

Catedrático y director del Instituto Universitario de Ciencias y Tecnologías Espaciales de Asturias (ICTEA)  
Universidad de Oviedo  
fjcos@uniovi.es

## El legado de los troyanos en el firmamento

La humanidad se ha sentido cautivada por las maravillas del firmamento desde tiempos inmemoriales. Cada estrella, planeta y cuerpo celeste han inspirado historias, investigaciones y sueños. En este vasto universo, los asteroides troyanos destacan por su singularidad y significado.

Situados en un delicado equilibrio gravitacional, los troyanos se mantienen en puntos estables a la misma distancia de Júpiter y el Sol. Estos puntos, conocidos como 'Puntos de Lagrange', les permiten coexistir con el gigante gaseoso sin colisionar con él. Esta coexistencia pacífica ha perdurado durante millones de años, convirtiendo a los troyanos en testigos silenciosos del pasado lejano de nuestro Sistema Solar.

A lo largo de los siglos, los troyanos permanecían ocultos a simple vista, pero resultaban esenciales para el gran diseño cósmico. Los avances astronómicos de tiempos modernos nos han permitido comenzar a comprender la importancia de estos asteroides.

Lo que los hace especialmente intrigantes no es solo su posición única en el espacio, sino lo que representan. Se cree que los troyanos son remanentes de los mismos materiales que dieron origen a los gigantes gaseosos de nuestro Sistema Solar. Así, al estudiarlos, no solo estamos mirando simples rocas espaciales, sino vestigios primordiales, fragmentos congelados en el tiempo que esperan desvelar los

misterios del nacimiento y evolución de nuestro Sistema Solar.

Estos cuerpos, con su rica historia y potencial informativo, nos invitan a una exploración más profunda. A medida que la tecnología avanza y nos permite acercarnos más a ellos, cada troyano se presenta como un capítulo de un libro ancestral, aguardando pacientemente a que sus historias sean descubiertas y contadas.

## Lucy: Un viaje audaz entre reliquias cósmicas

La exploración del espacio siempre ha evocado imágenes de naves veloces y encuentros interplanetarios directos. Imaginamos misiones que cruzan el espacio en poco tiempo, enfrentándose a desafíos inmediatos. Sin embargo, en el vasto universo, la rapidez no siempre es la clave. A veces, el verdadero descubrimiento requiere tiempo, persistencia y un enfoque reflexivo. Lucy, con su diseño innovador y propósito, es el testimonio perfecto de este enfoque más considerado.

Iniciada en 2021, Lucy no es solo una misión más en el extenso catálogo de expediciones espaciales de la humanidad. Es una nave especial, diseñada meticulosamente para una odisea que se extenderá por más de una década. Con siete asteroides en su itinerario (fig. 1), Lucy no se contenta con visitas rápidas. Cada asteroide es un mundo en sí mismo, con una historia única que contar.

Pero lo que realmente distingue a Lucy no es solo su misión científica.

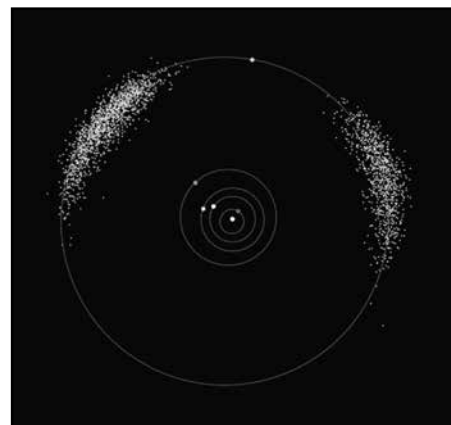


Fig. 1. Durante el transcurso de su misión, Lucy volará por siete troyanos de Júpiter. Esta imagen muestra una de las posiciones de los planetas interiores (Mercurio, Venus, Tierra y Marte), Júpiter y los dos enjambres de Troya durante el curso de la misión Lucy. Imagen: Instituto Astronómico de Cas / Petr Shreich. NASA.

Es el símbolo de la perseverancia humana y la curiosidad insaciable. Más que una simple nave espacial recolectando datos, Lucy representa la culminación de años de planificación, investigación y colaboración. Con cada imagen que envíe, con cada bit de datos que transmita, Lucy nos acercará un paso más a responder algunas de las preguntas más fundamentales.

## Polymele: cuando un asteroide capturó la atención de dos regiones

La noche del 28 de septiembre de 2021 será recordada por generaciones en León y Asturias. Mientras muchos se encontraban en sus rutinas nocturnas, 22 telescopios se apostaban en el campus universitario de Vegazana (fig. 2) para preparar la obser-



Fig. 2. Uno de los telescopios dispuestos en el campus de Vegazana de la Universidad de León el 28 de septiembre para la preparación de la ocultación. Foto: Paúl Llamazares.

vación de la ocultación de una estrella por el asteroide troyano Polymele que tendría lugar el 1 de octubre (fig. 3), y que sería de especial relevancia para la misión Lucy. Astrónomos aficionados y curiosos no faltaron a la cita.

Las ocultaciones, aunque inapreciables a los ojos del observador casual, son momentos de gran significado para la comunidad científica. En colaboración con el afamado astrónomo estadounidense Marc Buie, encabezamos la operación que llevó al despliegue de una veintena de telescopios en posiciones clave.

León y Asturias no fueron elegidos al azar. La trayectoria proyectada de la ocultación y las excelentes condiciones atmosféricas hicieron de estas regiones el lugar idóneo. La infraestructura logística, por supuesto, no se organizó sola. Detrás de cada telescopio, detrás de cada evento de divulgación, había manos dedicadas trabajando incansablemente.

### Intricados detalles: la complejidad detrás de la observación

Al pensar en la observación astronómica, la imagen que podría venir a la mente es la de un solitario telescopio apuntando al firmamento. Sin embargo, la realidad es mucho más compleja, especialmente cuando se trata de eventos tan singulares como una ocultación. En el caso de Polymele, no se escatimó en recursos ni en preparativos.

Pero estos instrumentos no operaban solos. Cada telescopio era la extensión de un ser humano o un equipo dedicado, quienes, envueltos en ropas abrigadoras, enfrentaban la baja temperatura mientras mantenían la concentración y el enfoque.

### Conexión cósmica: cuando una comunidad se eleva unida

Los eventos astronómicos, por su naturaleza, tienen la capacidad de trascender la ciencia pura y tocar la fibra más profunda del ser humano. La ocultación de Polymele fue más que un evento técnico; se convirtió en una experiencia colectiva que unió a la comunidad en un tapiz de asombro y educación.



Fig. 3. Apostados en la localidad leonesa de Santa Cristina de Valmadrigal, 6 de los 22 telescopios que NASA ha enviado a España, junto con una treintena de investigadores, para captar la imagen del asteroide troyano de Júpiter 15094 Polymele a su paso por delante de la estrella v20200923194353, lograron captar la ocultación. Foto: Ramón Ángel Fernández.

Las instituciones académicas, desde escuelas primarias hasta universidades, aprovecharon esta oportunidad única para educar e inspirar. Las agrupaciones de astrónomos, tanto formales como informales, desempeñaron un papel esencial al organizar observaciones grupales y talleres.

### Avanzando con Lucy: una conjunción de ciencia, comunidad y legado

La noche que Polymele ocupó el centro del escenario en León y Asturias quedará grabada en las memorias y los registros astronómicos. A medida que la nave sigue su curso, la información reunida durante esa noche mágica provee de invaluable referencias que influirán en futuras observaciones y misiones.

Pero Lucy no es solo un testimonio de avance tecnológico. La misión es un reflejo vibrante de cómo la ciencia, en su núcleo, es un esfuerzo colaborativo que cruza fronteras y une culturas.

Finalmente, el viaje de Lucy y la efervescente noche de ocultación en León y Asturias nos ofrecen una reflexión más profunda. Nos recuerdan que, en nuestra búsqueda de respuestas en el vasto universo, las conexiones humanas y la colaboración son tan cruciales como las herramientas tecnológicas más avanzadas. En la intersección de la comunidad, la ciencia y la pasión, se encuentra el verdadero espíritu de la exploración espacial.

# Todos los nombres

José Vicente Gavilanes  
gavilanes.p@gmail.com



## Cetus

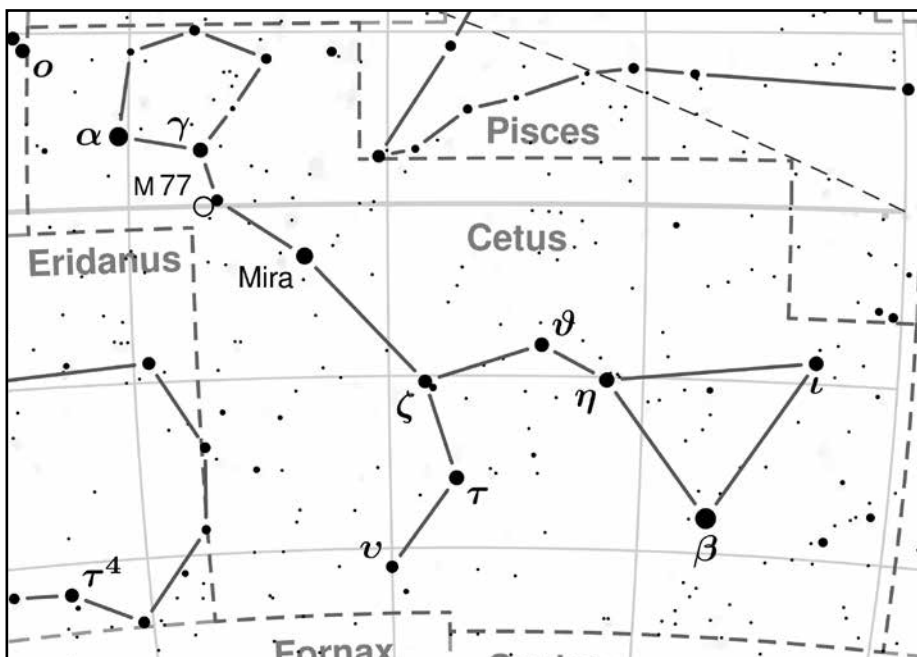


Fig. 1. *Cetus*, la cuarta constelación más extensa (<http://tinyurl.com/4w6a9vs2>).

Registrados los nombres de las constelaciones zodiacales, es el turno de las australes, conocidas ya desde la Antigüedad y recogidas por el mismo Ptolomeo. Desde hace muchas entregas (Cf. Leo, n.º 109, enero-marzo 2014, p. 6) se decidió el orden de estudio de los nombres estelares, propuesto por el romano Cayo Julio Higino en su obra *De Astronomia*: «Tras esta relación [del Zodíaco] y siguiendo el orden, se encuentra la Ballena con el río Eridano y la Liebre; a continuación Orión con el Perro y con la constelación llamada Proción. Además de todo esto, Argo con el Centauro y el Altar. Después, la Hidra con el Pez, denominado austral. De todos estos catasterismos, nos ha parecido apropiado exponer sus historias que, ciertamente, servirán al lector de gran utilidad para su

conocimiento o de disfrute para su deleite» (HIGINO, C. J., *Astronomía* II, 2). Con la esperanza de que, efectiva-

mente, sirvan de utilidad y deleite, comienzan estas actas nominales por *Cetus*, la Ballena, el Monstruo Marino, «una de las diez y seis constelaciones celestes, que llaman Australes» (*Diccionario de Autoridades*).

La constelación que nos ocupa se extiende por una amplia zona del cielo (es la cuarta constelación más extensa), entre Aries, Piscis, Acuario y el río Eridano (fig. 1), a cuya orilla remoja sus patas delanteras. *Cetus* es «el monstruo que el dios Poseidón envió contra Cefeo porque Casiopea había competido en belleza con las Nereidas» (ERATÓSTENES, *Catasterismos* 36). Pertenece, pues, al ciclo de Andrómeda y Perseo, aunque es difícil determinar con certeza su origen, quizá el dios babilónico de las fuentes de agua viva o tal vez el mitológico cocodrilo egipcio.

En todo caso, la figura fue imaginada inicialmente como un monstruo mari-



Fig. 2. Criaturas representadas en un mapa antiguo (<http://tinyurl.com/59path46>).



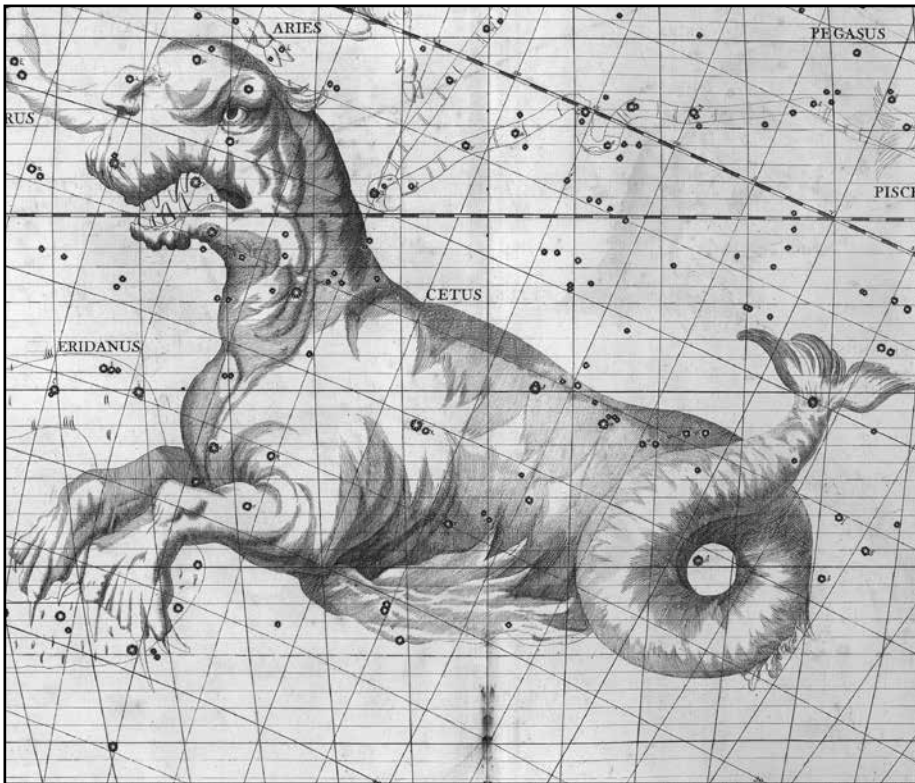


Fig. 3. *Cetus* en el *Atlas Coelestis* de John Flamsteed de 1729 (<http://tinyurl.com/5avtztpp>).

no, antes que una ballena. En efecto, el término griego más antiguo y común es κῆτος [*kétos*], que podría significar, en Homero, cualquier monstruo de las profundidades marinas, desde las focas del rebaño de Proteo hasta las extrañas criaturas para las que Escila pescaba. Y otro tanto ocurre con el significado del término latino, préstamo directo del griego, *Cetus*, ballena, pero también delfín, atún... Webb sostiene que la *Cetus* estelar se parece, más que a una ballena, a algunas de las aterradoras criaturas con que los antiguos cartógrafos poblaban el mar (fig. 2). Y ciertamente el dibujo más conocido de la constelación —el realizado en 1729 por John Flamsteed para su *Atlas Coelestis*— presenta una criatura híbrida de cuerpo escamoso y enormes espirales como una serpiente marina, con grandes mandíbulas abiertas y patas delanteras palmeadas (fig. 3). Su aspecto es semejante a un monstruo marino de las modernas leyendas «que saca un cuello de plesiosaurio de las olas que ocultan un cuerpo de reptil» (WEBB, E. J. *Los nombres de las estrellas*, México (FCE), 1957, p. 107).

Se corresponda el nombre o no con la imagen tradicional, el Κῆτος [*Ketos*] griego, y su calco latino *Cetus* (fig. 4),

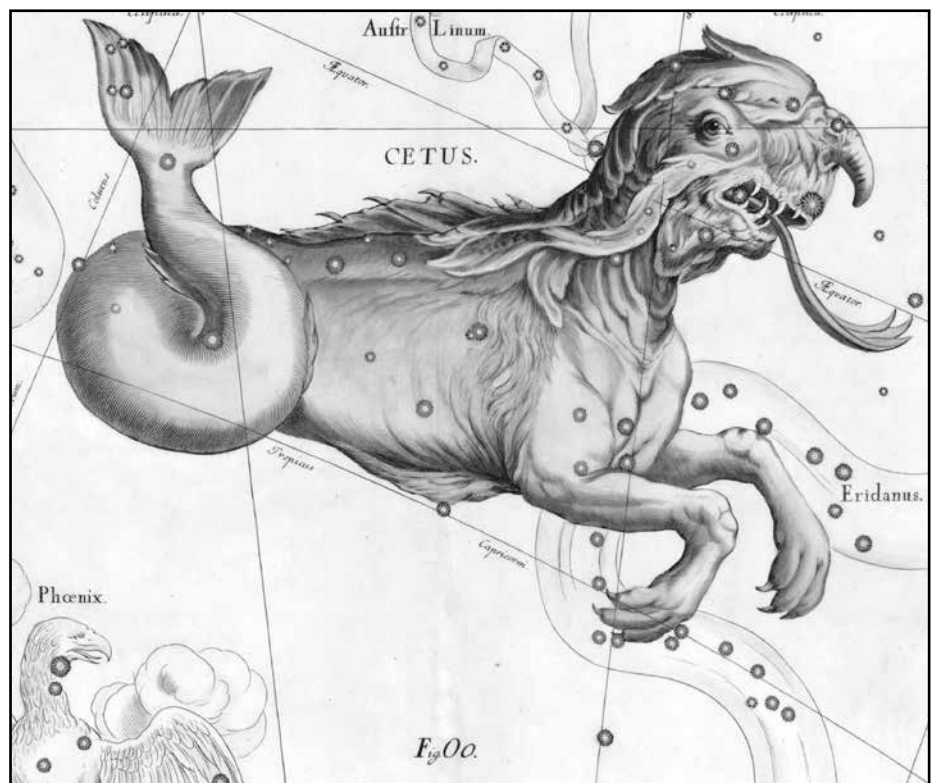


Fig. 4. Ilustración de *Cetus* realizada por Johannes Hevelius para su *Prodrromus Astronomiae*, publicado póstumamente en 1690 (<http://tinyurl.com/37b3n2cd>).

<sup>1</sup> Aunque el origen último es incierto, φάλαινα ης [*phálaina es*], ballena, y φάλαγξ αγγος [*phálagx aggos*], cilindro grueso de madera, rodillo, cuerpo de ejército, comparten raíces indoeuropeas: \**bhelg-*, tablón, viga. De esta proceden aquellos términos griegos que generan ballena, ballenato, balénido...; falange, falangina, falángidos, y también palanca, palanquín... Quizá la forma cilíndrica o hinchada, característica de los cetáceos, explique estos parentescos semánticos inesperados.

originan toda una serie de términos científicos fáciles de rastrear: cetáceo, mamíferos pisciformes marinos, como la ballena y el delfín; cetario, paraje donde estos mamíferos marinos suelen fijarse para parir; cetina, esperma de ballena; Cetología, tratado acerca de los cetáceos, con sus grupos, órdenes, subórdenes y géneros (cetodóntidos, odontocetos, misticetos, melanoceto...); cetilo (hidrocarburo); queteno (gas penetrante), etc. El nombre griego origina también el término árabe *Al Kaitos*, presente en los nombres de varias estrellas de la constelación, como se verá más adelante.

A la vista de ello, el curioso lector se preguntará por la etimología de ballena, palabra alejada por demás de los étimos citados. Deriva del latín *balaena* (*balaena*, -ae), nombre emparentado en primer grado con el griego φάλαινα ης [*phálaina es*]<sup>1</sup>. La forma *balaena*, más corriente en latín, se ha perpetuado en otros romances —por ejemplo, en italiano y catalán, *balena*; en francés, *baleine*...—; pero, en castellano, ballena fue creada o favore-

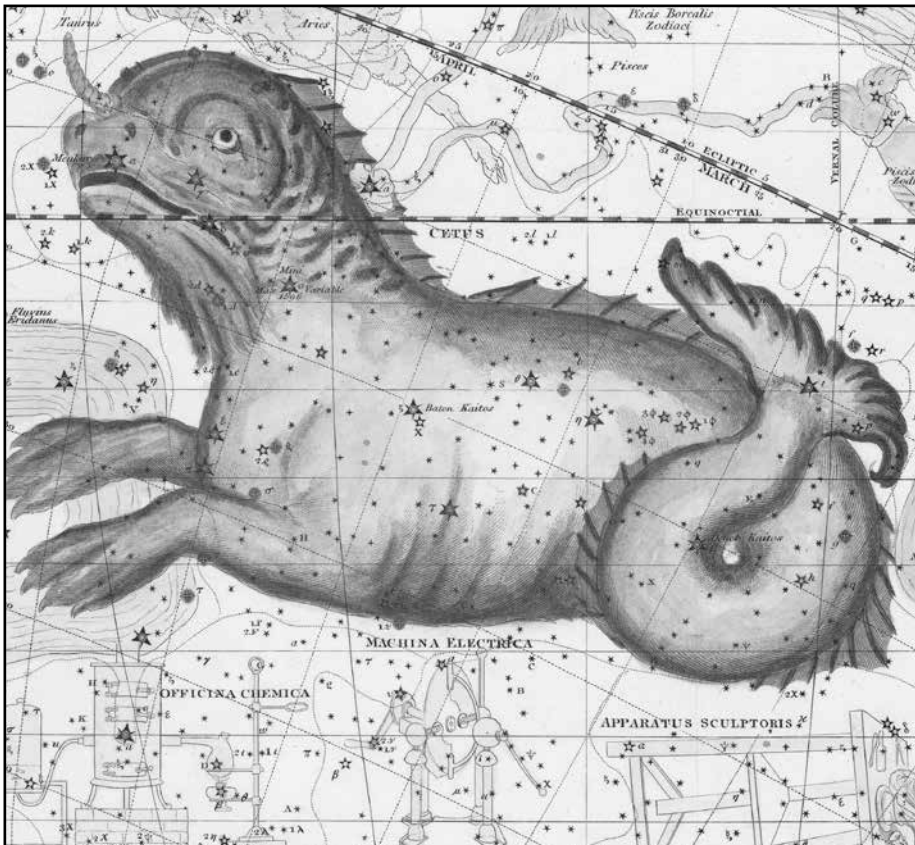


Fig. 5. Representación de la constelación de *Cetus* por Alexander Jamieson en su *A Celestial Atlas* de 1822 (<http://tinyurl.com/muh7xw9y>).

cida por una falsa etimología culta a partir del griego βάλλειν [*bállein*], lanzar (de donde nacen ballesta, balística, émbolo, hipérbole, discóbolo...), por el chorro de agua que lanza hacia arriba cuando emerge para respirar. No se resiste este registrador a recoger la descripción que Sebastián de Covarrubias ofrece de ballena en su *Tesoro de la lengua castellana o española*, de 1611: «Por manera que se entiende ser el mayor pez de quantos cría el mar, y ser el mesmo que los hebreos llaman leviatán [...], a donde la *Vulgata* vuelve [traduce] *Draco* [...]. *Dragones* se llaman los pezes grandes, y en particular la vallena, que en el mesmo lugar el hebreo y el caldeo tienen leviatán. Tiene la vallena la boca casi en la frente, y por esta razón quando va nadando sobre el agua arroja en el ayre grandíssimos golpes de agua, con gran furia e ímpetu, y esto a causa de no tener agallas...».

Casi todos los nombres de las estrellas de *Cetus* (fig. 5) son de origen árabe y hacen referencia a su ubicación en el cuerpo del monstruo. Así, *Menkar* ( $\alpha$  *Ceti*) procede de *al-minkhar*, la nariz, las fosas nasales, que en prin-

cipio se aplicó a  $\lambda$  *Ceti*, pero que en una lista latina medieval de estrellas se atribuyó erróneamente a  $\alpha$  *Ceti* (de forma inapropiada porque se halla en las fauces abiertas de la bestia, no en la nariz). *Deneb Kaitos* es el nombre de  $\beta$  *Ceti*, la cola del monstruo, que recibe también el nombre de *Diphda*, abreviatura del árabe tradicional *al-difdi al-thani*, «la Segunda Rana» (la «Primera Rana» es *Fomalhaut*,  $\alpha$  *Piscis Austrini*; no me pregunte a qué batracios se alude y

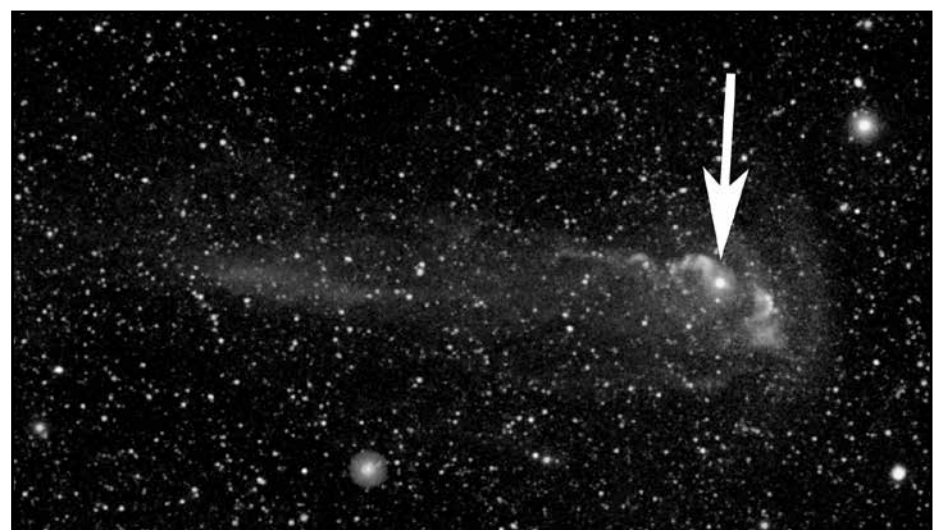


Fig. 6. Imagen de la estrella *Mira* (o *Ceti*) obtenida por el observatorio espacial GALEX de NASA (<http://tinyurl.com/44j87dwx>).

por qué se mientan aquí, amigo lector);  $\zeta$  *Ceti* es el vientre del cetáceo, que eso indica su nombre, *batn qaitus*, *Baten Kaitos*; y, por último,  $\gamma$  *Ceti* recibe el nombre de *Kaffaljdhmah*, de *al-kaff al-jadhma*, la mano amputada, aplicado por los astrónomos árabes a las estrellas que conforman la cabeza de *Cetus* ( $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\nu$  y la propia  $\gamma$ ), si bien acabó designando solo a esta última, gamma ( $\gamma$  *Ceti*).

Una estrella de *Cetus* falta por reseñar en estas actas nominales, la asombrosa y maravillosa ómicron (o *Ceti*, fig. 6). Aunque no es la más brillante de la constelación, es la más famosa y así lo expresa su nombre, *Mira*, del latín *mirus*, *-a*, *-um*, adjetivo derivado del verbo *miror*, *-ari*, *-atus sum*, admirarse, asombrarse. Descendientes suyos son admirar, mirar, mirada, milagro, maravilla y todos los derivados de estos términos. Así pues, *Mira* significa «La Admirable» y recibe el nombre del título de la obra de Hevelius, de 1662, que describe la sorprendente variabilidad del astro, *Historiola Mirae Stellae* (*Breve Historia de la Estrella Maravillosa*). El astrónomo alemán David Fabricius (1564–1617), amigo de Kepler y de Tycho Brahe, registró la estrella por primera vez en 1596, pero el carácter cíclico de su cambio de brillo no fue reconocido hasta 1638 por el holandés J. Phocylides Holwarda (1618–1651), mientras que su periodo fue fijado en 333 días por I. Bullialdus en 1667. Con esta estrella, que causa asombro, se cierra el acta nominal de *Cetus*, cuya figura quizá provoque más miedo o rechazo que admiración.

# Difunde, que algo queda

## Guía de Campo de los Catálogos Messier y Caldwell



**Joan Manuel Bullón i Lahuerta**  
joanma\_bullon@yahoo.es

La *Guía de Campo de los Catálogos Messier y Caldwell*, cuya primera edición se remonta a diciembre de 2016, es un libro ampliamente ilustrado a todo color con un formato de guía de campo y sin perder la estructura de un libro de consulta, de 30x22 cm y encuadernado en lomo canadiense con gusanillo, precisamente para uso práctico de campo. Editada por TelescopioManía, es la guía más completa escrita en idioma español que versa sobre la observación de los catálogos Messier y Caldwell, ideal para poseedores de telescopios astronómicos y que deseen desarrollar la pasión por la observación visual o fotográfica de cielo profundo.

La guía se estructura en un prólogo, una introducción y cinco capítulos. El capítulo 1 trata de romper el aparente hermetismo de ser un libro especializado de alto nivel de experiencia por el de una introducción a la observación visual y fotográfica de cielo profundo para invitar y animar a los observadores noveles. El capítulo 2 muestra 110 fichas de observación del Catálogo Messier, estructuradas en cinco por cada página, donde el observador tiene una presentación visual de cómo se observa cada objeto a través de prismáticos y telescopios. Es el capítulo 3 todo un atlas del cielo mediante las ocho cartas del Observatorio La Cambra que pretenden aproximar la visión directa del cielo con las imágenes de las constelaciones que se dibujan en cada carta, incluyéndose los catálogos Messier y Caldwell, así como otros objetos destacados. El capítulo 4 es similar al 2, pero con 110 fichas del Catálogo Cald-



well. Por último, el capítulo 5 es el más ambicioso, dándose a conocer el Catálogo Ultra Messier ideado por el autor del libro, ofreciéndose una propuesta de seguimiento y evaluación de cerca de 600 objetos de cielo profundo de los catálogos Messier, Caldwell y el listado DOOD; aparece a su vez un listado completo del Catálogo Ultra Messier y una distribución por meses de todos los objetos con su orden de observación. También se acompaña información como recorridos descriptivos de observación a modo de maratón secuencial, es-

trellas de referencia para orientar las monturas ecuatoriales y fabulosas imágenes de la visión de la Vía Láctea desde diferentes lugares del planeta. Además, la guía pretende también introducir al observador novel en la dinámica de los objetos que pueblan el cielo, siendo una guía también para la iniciación a la astronomía.

En definitiva, es esta una obra destinada para todo observador astronómico ávido de escudriñar y descubrir las maravillas del universo o incluso como muestrario de imágenes.

# Los Puntos de Lagrange



Esteban Esteban Peñalba  
esteban.penalba@gmail.com

Cuando un astro gira alrededor de otro, por ejemplo, un planeta en torno a una estrella o un satélite alrededor de su planeta, sus posiciones están perfectamente determinadas por las leyes de Kepler. Pero si interviene otro astro más, la situación se complica y se suele hablar del problema de los 3 cuerpos, que en general no está resuelto.

Sin embargo, en 1771, el matemático y físico italiano Lagrange calculó que, considerando 3 astros de masa muy diferente, existen 5 puntos de estabilidad gravitatoria en que el astro más pequeño se mueve solidariamente con el mediano, alrededor del más grande. Estos puntos se conocen como «Puntos de Lagrange» y se designan como L1, L2... y L5, aunque en realidad los tres primeros ya habían sido determinados anteriormente por el suizo Leonhard Euler.

Pero tuvieron que pasar más de 30 años desde el cálculo teórico de estos 5 puntos hasta que se descubrió el primer astro situado en uno de ellos. Fue el asteroide 588, al que se le llamó Aquiles. En aquella época, todos los asteroides conocidos estaban situados entre las órbitas de Marte y Júpiter, y Aquiles era el más lejano: se movía casi exactamente en la misma órbita del planeta gigante,  $60^\circ$  por delante de él. En el punto L4 del sistema Sol-Júpiter.

En concreto, esos 5 puntos, de L1 a L5, están representados en la figura 1 y si en uno de ellos se coloca un objeto de masa mucho menor a la del planeta, se moverá alrededor del Sol a la

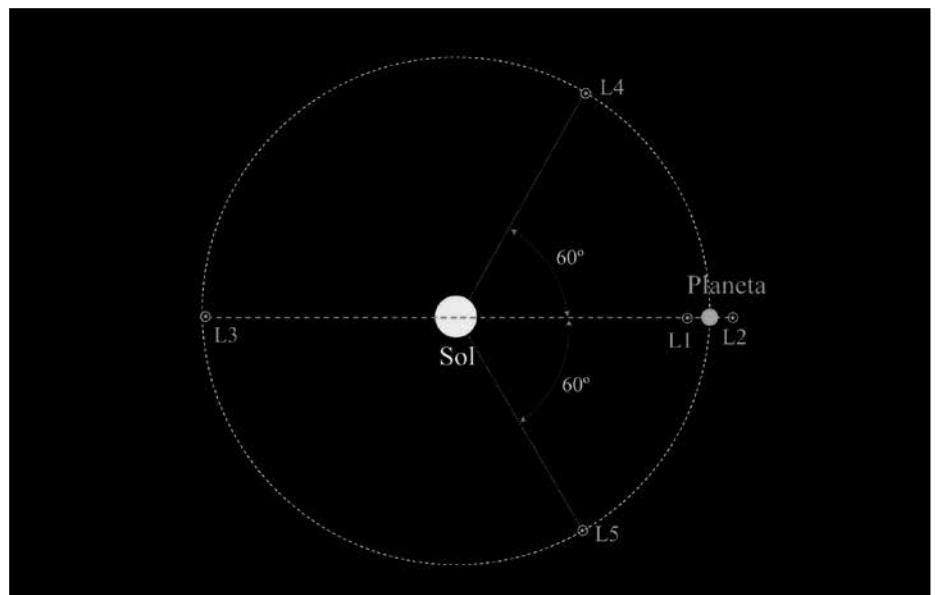


Fig. 1 Ubicación de los Puntos de Lagrange en el sistema del Sol con un planeta.

par que dicho planeta, manteniendo la configuración.

## Los puntos L1, L2 y L3

Para entender intuitivamente la mecánica de los 3 primeros puntos, por ejemplo en el sistema Sol-Tierra, conviene recordar que, prescindiendo de la atracción de la Tierra, un objeto situado en órbita alrededor del Sol a una distancia del mismo mayor que de la Tierra se movería más despacio que esta, con lo que su periodo de traslación sería mayor que un año; y si se ubicase en una órbita más interna lo haría más deprisa. Asimismo, para que un objeto situado en una órbita más externa que la Tierra tuviera un periodo de un año, la masa del Sol debería ser mayor; y, si está en una órbita más interna, la masa debería ser menor.

Sin embargo, un objeto situado en los puntos L1, L2 o L3 se moverá alrededor del Sol a la misma velocidad angular que la Tierra, a pesar de que están a distinta distancia de la estrella que nuestro planeta, porque influye también la atracción de la Tierra.

¿Por qué se equilibran las fuerzas? Todo es cuestión de la atracción gravitatoria conjunta del Sol y de la Tierra, y la fuerza centrífuga del objeto. En el caso de los 3 primeros puntos, de manera intuitiva y sin utilizar una terminología rigurosa y complicada, los gráficos de la figura 2 pueden ayudar a entenderlo.

Un objeto situado en L1 debería moverse alrededor del Sol más deprisa que la Tierra por tener una órbita más interna. Pero se movería a esa velocidad si el Sol tuviese menos masa, y



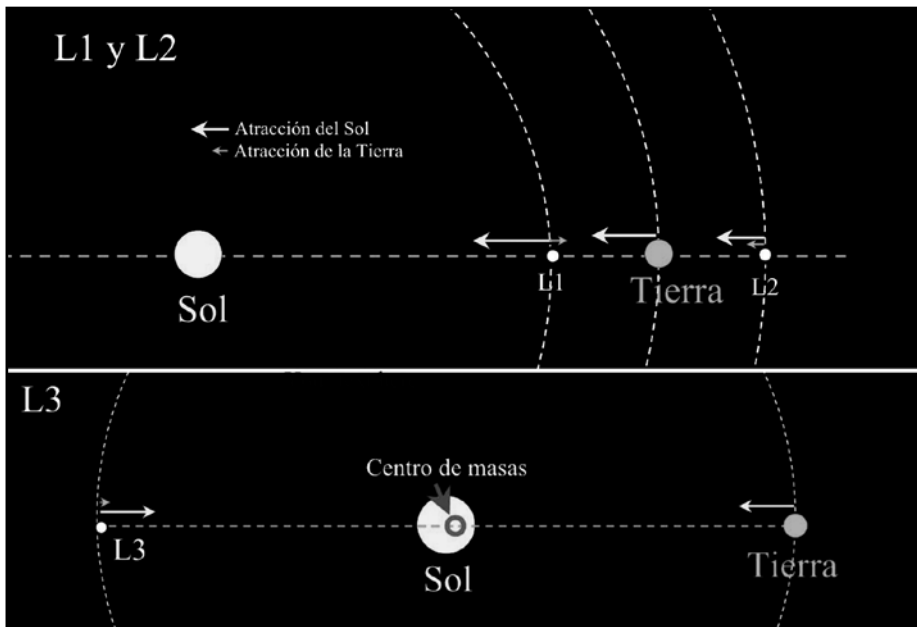


Fig. 2. Equilibrio de fuerzas en los puntos L1, L2 y L3.

por ello su fuerza de atracción fuese menor. Al estar situada la Tierra en la parte opuesta, realiza una atracción al objeto en sentido contrario al del Sol que contrarresta parte de la fuerza que realiza el Sol, como si éste tuviera menos masa. La distancia desde la Tierra para que eso ocurra es de 1.48 millones de kilómetros.

Un objeto en L2 se debería mover más despacio que la Tierra, a no ser que la masa del Sol fuera mayor. En este caso, la atracción de la Tierra se suma a la del Sol porque están en la misma dirección y el efecto es como si el Sol tuviera más masa. L2 está a 1.51 millones de kilómetros de la Tierra.

Estos dos primeros puntos de Lagrange o, mejor dicho, sus proximidades, son adecuados para colocar satélites artificiales, y actualmente ya hay varios funcionando por allí.

Teóricamente, un objeto en L3 soportaría una situación similar a estar en L2, ya que también aquí la atracción del Sol y la de la Tierra tienen la misma dirección; pero hay una diferencia, y es que la Tierra está mucho más lejos y apenas aporta casi nada a la suma con la atracción del Sol. Eso lo mantendría prácticamente en la misma órbita terrestre pero, en realidad, el objeto se mueve, no alrededor del centro del Sol, sino del centro de masas del sistema Tierra-Sol, por lo que está ligeramente más cerca del Sol que la Tierra.

Estos 3 puntos son inestables, de manera que, aunque en teoría un objeto colocado en uno de ellos se mantendría teniendo en cuenta solo la atracción de la Tierra y del Sol, con una mínima perturbación producida por la atracción de otro astro saldría de ese lugar definitivamente. Por eso los ingenios espaciales colocados en L1 o L2 en realidad no están en el propio punto, sino que se mueven a su alrededor en una órbita denominada «de halo» que, aunque es más estable, necesita un pequeño gasto de combustible.

Aún más inestable sería L3, por la periódica influencia gravitatoria de Venus o Marte, que en ocasiones llegan

a colocarse mucho más cerca de él que la propia Tierra.

### Los puntos L4 y L5, y los asteroides troyanos

Los puntos L4 y L5 también son lugares de estabilidad gravitatoria, de manera que un objeto o astro pequeño que se ubique allí, permanecerá en ese mismo lugar debido a la atracción gravitatoria conjunta del Sol y el planeta. Pero a diferencia de los otros 3 puntos de Lagrange, éstos son estables y si por cualquier otra interacción el astro menor se desplazase de ese punto, nunca se alejará demasiado y quedará en sus inmediaciones circunvalándolo, al menos durante mucho tiempo.

Después del descubrimiento de Aquiles en el punto L4 del sistema Sol-Júpiter, se siguieron encontrando muchos más en las cercanías de ese punto, y en L5, a los que se les dio el nombre genérico de «troyanos» por la única razón de que a los primeros se les había denominado como a personajes de la guerra de Troya.

Aunque se dice que estos asteroides están en los puntos L4 y L5, lógicamente no pueden estar todos apilados exactamente en esos puntos, sino que están situados en sus proximidades y oscilan en torno a ellos siguiendo unas trayectorias relativas en forma de gota o de lágrima como las de la figura 3, aunque con diversa amplitud y tamaño.

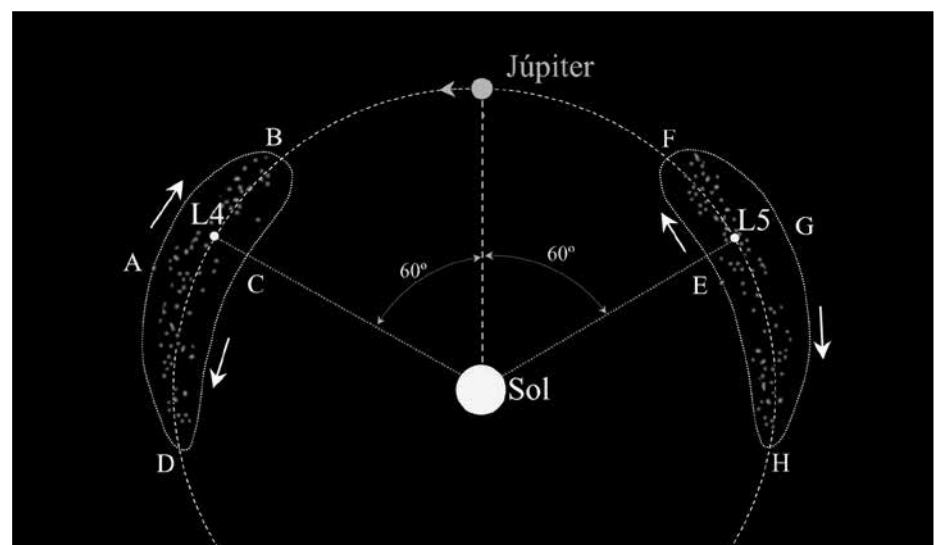


Fig. 3 Situación de los puntos de Lagrange L4 y L5 del sistema Sol-Júpiter, en cuyos alrededores se encuentran los asteroides denominados troyanos. Las flechas en las dos trayectorias de gota no indican la dirección del asteroide alrededor del Sol, sino la evolución de su órbita y posición respecto a Júpiter y al punto de Lagrange.

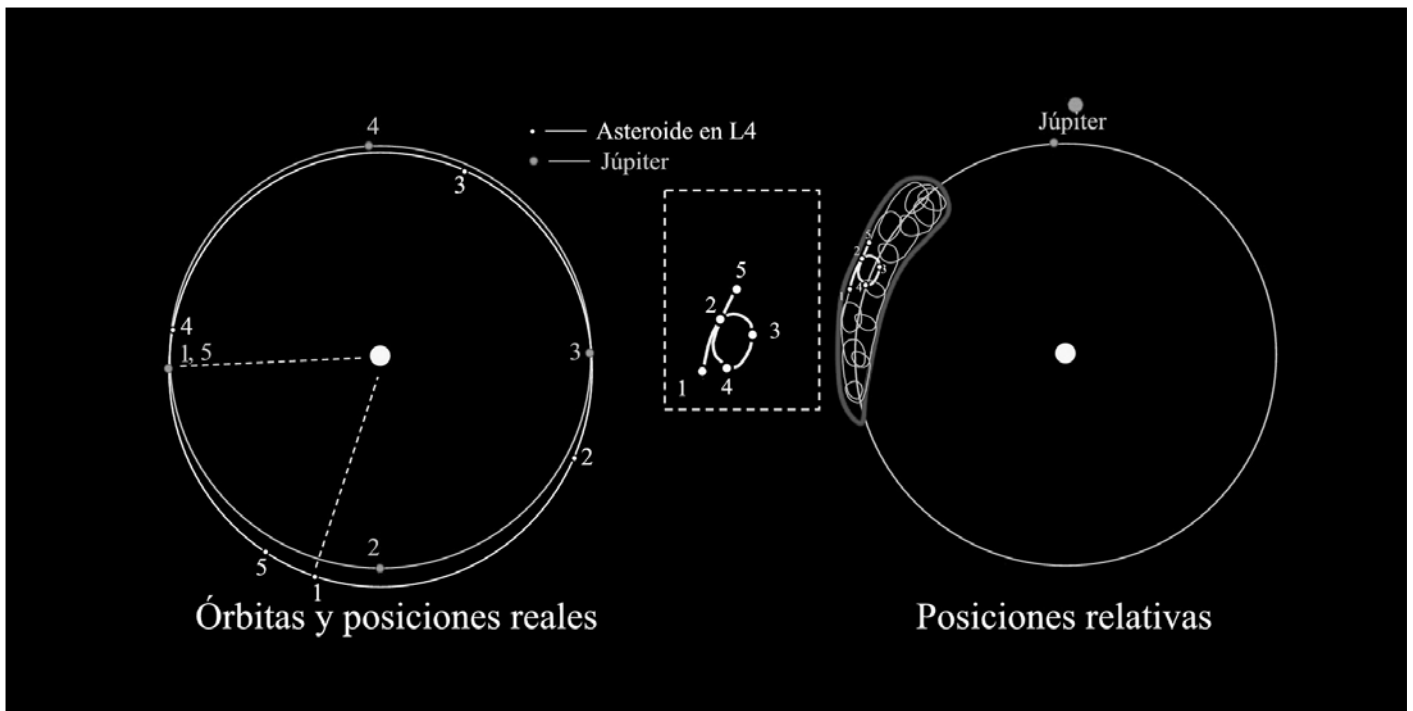


Fig. 4. Posición de un troyano en L4 con respecto a Júpiter.

Hay que decir que estas trayectorias con forma de gota son relativas a la posición de Júpiter parando el movimiento de traslación del planeta, y que, en realidad, cada asteroide troyano tiene su órbita elíptica habitual en torno al Sol, que va modificándose ligeramente por la influencia gravitatoria del planeta. Estas modificaciones van trazando la trayectoria de gota.

### ¿Por qué realizan esos extraños recorridos?

Si un asteroide está en las proximidades de L4, se mueve delante de Júpiter. Si, a causa de una interacción gravitatoria, pasara a una órbita ligeramente exterior (posición A) o, simplemente partiendo de esta posición inicial, al estar más alejado del Sol que Júpiter, se moverá más despacio, por lo que poco a poco se irá acercando al planeta hasta la posición B. Allí Júpiter lo atrae, con lo que lo frena y le hace caer a una órbita más interior que es más rápida y, por ello, paradójicamente, se volverá a alejar de Júpiter pasando al punto C junto a L4.

Pero, una vez sobrepasado L4 (donde con un ángulo de  $60^\circ$  habría estabilidad gravitatoria), la atracción conjunta de Júpiter y el Sol le hace ir aumentando su distancia al Sol, de manera que, al pasar por D y alejarse más que la órbita de Júpiter, vuelve a moverse más lento que éste y llega

nuevamente al punto A, completando la trayectoria de gota y repitiéndose el proceso que puede durar unos 150 o 200 años, según la posición de partida o el tamaño de 'la gota'.

De manera similar ocurre con un asteroide cercano a L5, que pasa de E a F y luego a G y H.

Estas trayectorias con forma de gota son solo una primera aproximación. En realidad, las órbitas de los troyanos difieren de la de Júpiter tanto en su excentricidad como en la inclinación del plano orbital. Por ello, durante

los casi 12 años que tardan en completar la órbita, la posición respecto a Júpiter también va cambiando; y si se toma como referencia al planeta fijándolo en el gráfico de la figura 4, el asteroide trazará un bucle, que se moverá a lo largo de las sucesivas órbitas completando la forma de gota.

Se han descubierto unos cuantos asteroides en los puntos L4 y L5 de Neptuno y de Marte, e incluso dos en la Tierra. También hay varios ejemplos en el sistema de satélites de Saturno (fig. 5); pero los de Júpiter son ya miles.

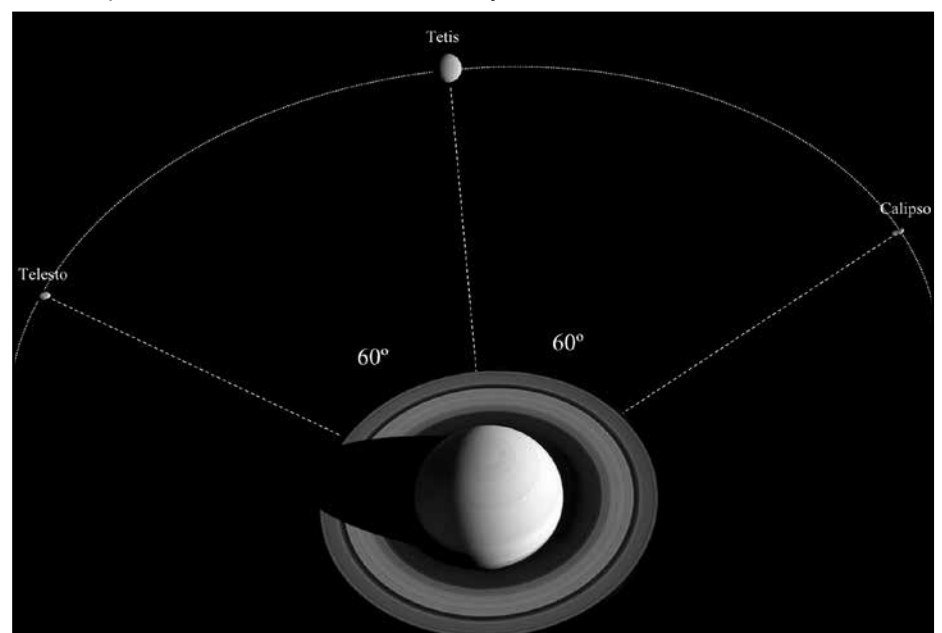


Fig. 5. Representación de los satélites troyanos del sistema Saturno-Tetis. Este caso es diferente a los demás, en que el astro masivo central era el Sol; porque aquí lo es el propio planeta.



Fig. 1. Xuasús González, en la cúpula. Foto: Rafael Matías.

—«A ver..., ¿a dónde quieres que te llevemos?» —me preguntó Pepe.

—«A M15, por favor» —respondí.

—«Ese es el de Enif, ¿no? Pues... venga, vamos...».

Paúl señaló con el láser un punto al lado de la estrella  $\epsilon$ -Pegasi —Enif— y Pepe movió el Dobson de 8". Y, apenas unos segundos después, me dijo: «Hala, ahí lo tienes».

Perfectamente centrado en el ocular, próximo a una estrella brillante —que resultó ser HIP 106157, de magnitud 7.6—, se encontraba un vistoso cúmulo globular, que me recordaba a M13, pero más pequeño y compacto. Desde la cúpula —«¡Esto parece el camarote de los Hermanos Marx!», espetó Saúl cuando coincidimos allí seis per-

sonas—, con el reflector de 250 mm de diámetro, también se veía muy bien (fig. 1); diría que más *curiosín*. En este caso, el campo era mayor, y en él se 'coló' otra estrella que destacaba aún más que la anterior: HIP 106243, de magnitud 6.1.

«M15 tiene un fuerte gradiente luminoso, con un núcleo muy brillante y muy denso desde donde desciende muy acusadamente su luminosidad hacia los bordes», apuntábamos aquí mismo en su momento. Y, en esta ocasión, la verdad es que la descripción sí que coincide con lo que pudimos observar a través del telescopio. Descubierta por Jean-Dominique Maraldi —astrónomo nacido en la actual Italia, que trabajó en París— en 1746, fue catalogado como «nebulosa sin estrellas» por Charles Messier y habría que esperar hasta 1783 para que

William Herschel advirtiera que, en realidad, se trataba de un cúmulo.

Pero no todas las noches que nos propusimos observarlo —Pepe, Paúl, Rafa, Saúl, Paco y Ney, que me acompañaron en alguna ocasión, bien lo pueden corroborar— fue la cosa tan sencilla: las nubes, los chopos que están al lado mismo del observatorio y las luces del Área Deportiva de Puente Castro y del propio Coto Escolar —alguna vez tuvimos que mover el Dobson para evitarlas— no nos lo pusieron, algunos días, nada fácil; y eso por no hablar del 'toque de queda' que, en tiempos de la pandemia de covid-19, nos obligaba a estar a las diez de la noche en casa... Aunque, cuando venían mal dadas, Paco tenía la 'solución': «Ponemos el *Stellarium* y lo vemos seguro», bromeaba.

Una noche vimos un objeto brillante, de color rojizo, cruzar el cielo. Pepe no dudó en afirmar que se trataba un avión, pero no lo veíamos parpadear. «Es efecto de las nubes», aseguró. No iba a ser yo quien dijera lo contrario...

Pero, para brillante y rojizo, Marte, que —dicho sea de paso— en alguna ocasión nos coincidió prácticamente en oposición, 'dominando' el firmamento. Casi parecía que nos estaba invitando a dirigir a él el telescopio. Y, claro, ¿cómo íbamos a decirle que no? Así que, naturalmente, acabamos observándolo con el Dobson —no diré que molestaba tanta luz, pero casi...—, que no todo iban a ser *messieres*... Huelga decir que nos embobamos un buen rato...

# Disparando al cielo

Juan Carlos Casado

allskyvista@gmail.com

Ricardo Chao Prieto

ricardochao@gmail.com

Juanjo González

juanjo@getresisvisual.com

Rafael Matías

rmatias13@yahoo.es

Alberto Pisabarro

invisiblecolorsap@gmail.com

## Juan Carlos Casado



Un telescopio reflector motorizado de 100 mm de diámetro, y una cámara Leica III F –que heredó de su padre– propiciaron que Juan Carlos Casado (San Sebastián, 1958) comenzara a observar y a fotografiar el firmamento con 16 años.

La astrofotografía –le fascinan los astro-paisajes– le ha llevado a viajar por todo el mundo –desde la Antártida a Groenlandia, pasando por Australia, la isla de Pascua o el ecuador africano–, colaborando con distintos proyectos científicos, educativos y de divulgación que le han permitido presenciar, entre otros fenómenos, auroras polares o 18 eclipses totales de Sol.

Con más de medio centenar de APOD –*Astronomy Picture of the Day* de NASA–, dos libros publicados y numerosas fotografías en revistas y medios de comunicación de todo el planeta, Juan Carlos Casado es un astrofotógrafo de reconocido prestigio internacional, y el único español que forma parte de TWAN –*The World at Night*–, organización reconocida por la IAU y la UNESCO que reúne a los, probablemente, mejores astrofotógrafos de paisajes del mundo.



### Eclipse total de Sol desde la isla de Pascua

Fase de totalidad en el eclipse total de Sol del 11 de julio de 2010 desde la isla de Pascua (Rapa Nui), con los planetas Mercurio y Venus sobre los moais.

Cámara Canon EOS 5D Mark II modificada (*full spectrum*) con objetivo 19-35 mm a 24 mm. f/8. 1/4 s. ISO 200.



### El beso galáctico

Panorámica de la Vía Láctea obtenida mediante seis fotografías secuenciales desde la zona central de Namibia. Las rocas de la derecha recuerdan a dos cabezas humanas, con una de ellas besando a la otra; de ahí el título de la foto. A la izquierda aparecen las nubes de Magallanes.

Cámara Sony A7S modificada (*full spectrum*) con objetivo 15 mm. f/2.8. 30 s cada una. ISO 3200.





### Galaxia de Andr6meda (M31)

Alberto Pisabarro

Imagen obtenida desde el observatorio remoto Insight en el suroeste de Utah (Estados Unidos).

Telescopio reflector newtoniano Dream Astrograph 16" f/3.75 sobre montura Paramount ME. C6mara SBIG STXL-16803 con set de filtros Baader LRGB. Programa: PixInsight 1.8. Tiempo de integraci6n: 5 h.



### NGC 7331

Juanjo Gonz6lez

Telescopio Celestron C9.25 con tubo de carbono sobre montura Vixen SXD, enfocador FLI DF-2, c6mara ST2000XM con filtros Astrodon y 6ptica adaptativa AO8. Procesado con CCDStack, PixInsight y Photoshop.

### La Vía Láctea

Rafael Matías

Imagen obtenida desde Villaf6fila (Zamora).

C6mara Nikon D810. 14 mm. ISO 3200. 30 s.



### Cometa Neowise

Ricardo Chao Prieto

Imagen del cometa C/2020 F3 (NEOWISE) obtenida el 7 de julio de 2020 desde el barrio de Buenos Aires, muy pr6ximo a Veguellina de 6rbigo (Le6n).

C6mara Canon EOS 500D y objetivo Sigma DC 18-200 mm.



# Un gran salto para un hombre, un pequeño paso para la humanidad (I)

Antonio Morán Álvarez  
Asociación Leonesa de Astronomía



Fig. 1. Un cohete de verdad (<https://tinyurl.com/phn5t5e9>).

«El pasado 20 de julio, conmemorando la onomástica del primer hombre en la Luna, Jeff Bezos hace historia al convertirse en el primer viajero de un vuelo suborbital privado lanzado por su propia empresa, *Blue Origin*. Él, junto con otros tres elegidos, consiguieron llegar hasta el espacio y volver a la Tierra sanos y salvos».

Esta entradilla entrecomillada que me he inventado bien puede extraerse resumida de los medios anglosajones, especialmente de los yanquis. De ahí que escriba 20 de julio como efeméride del aterrizaje en la Luna y no 21. Uno es mayor, pero todavía tiene me-

moría para los verdaderos hitos astronáuticos y es que el desfase horario hace que el primer paso en la Luna para los decadentes europeos fuese a las 5 de la mañana del 21 y para los estadounidenses fuese el día 20 (en lo que ya no me aventuro es en la hora, ya que tienen demasiados husos horarios). Siguiendo con la narración –que, al final, un servidor se emociona con los grandes hitos y se desvía del tema–, Jeff Bezos consiguió el susodicho día montarse en un cohete de fabricación casera, subir al espacio y volver sano y salvo.

Este resumen bastante más prosaico parece desmerecer mucho el viaje –alguno pensará que pruebe yo a fabricar un cohete y hacer lo mismo (probablemente al espacio sí llegaría, pero no tengo tan claro que volviese sano y salvo)– pero, dado que los medios de comunicación que tiene *comprados* el dueño de Amazon ya le han dorado bastante la píldora, y que esta revista todavía está libre de dicha influencia, me apetece hacer una contracrónica más relajada del evento aprovechando el relativo anonimato (el nombre de autor es un alias) y la ausencia de censura (porque la asociación vive del *clickbait* que esto genera).

Siguiendo con el tema, y yendo por partes –como dijo Jack el Destripador–, *Blue Origin* es una empresa privada fundada por el dueño de Amazon que, como le sobraba algo de calderilla al pobre hombre, pues se montó una empresa de cohetes porque le apetece ese sueño que casi todos los niños pequeños tenemos

de ser astronautas (fig. 1). Lo que ocurre es que los demás mortales tenemos que acabar conformándonos con montar el Saturno V de Lego, y el bueno de Jeff, con el dinero que le dejamos comprando los productos que vende, se monta un cohete de verdad (quiere montar un cohete grande, pero de momento se ha quedado en uno pequeño; si fuese tan rico como Mansa Musa, seguro que sí le daba el dinero...).

Uno podría pensar que, como es un hombre de negocios, está montando una empresa para ganar dinero a imagen y semejanza de su amigo (o puede que no lo sea) Elon Musk. A día de hoy, *SpaceX* lanza cohetes como quien lanza fuegos artificiales recu-



Fig. 2. Adelantamiento por la derecha (o por detrás...) (<https://tinyurl.com/23ec3m33>).

perando los cohetes hasta de dos en dos, aunque todavía no ha conseguido el trío el bueno de Musk porque, por una o por otra, la etapa central del *Falcon Heavy* se le resiste. Sin embargo, *Blue Origin* sigue todavía con los vuelos suborbitales; vamos, que roza el espacio y vuelve a tierra. Lo más gracioso de esta situación es que, cuando todo el mundo estaba pendiente de *SpaceX* y de cómo intentaba recuperar un cohete, alguien los adelantó por la derecha –o por detrás, que el espacio permite moverse en tres dimensiones–. Allá por el 2015, los vídeos virales de aerotras-tornados eran esos intentos fallidos de un *Falcon* intentando aterrizar en una barca que no paraba quieta; y es que era tan difícil la cosa que desistieron, y el primer intento lo hicieron en tierra. El salto en el campo de la ciencia espacial que suponía aterrizar un cohete es equivalente a pasar del *Kerbal* en modo difícil, al *Orbiter Simulator* (si no lo conocéis, probadlo; yo todavía no he conseguido encender el transbordador y me desintegro en caída libre). Pues, en esas fechas, cuando *SpaceX* estaba intentando aterrizar, de repente apareció la empresa de Bezos –que parecía un proyecto secreto del Pentágono porque casi nadie había oído hablar de ella– y logró el primer aterrizaje de un cohete, el *New Shepard*, que precisamente es el cohete que usó para su viaje soñado (fig. 2). Lo que son las cosas: seis años más tarde, *SpaceX* hace negocio y Bezos (fig. 3)



Fig. 3. Jeff Bezos (<https://tinyurl.com/3rzptkkd>).



Fig. 4. Se les ve con un poco de miedo (<https://tinyurl.com/3yypye2>).

sigue estancado; por eso no me queda claro hasta qué punto es negocio o recreo lo de esta empresa.

Después de toda esta chapa, vamos al vuelo en sí. Aparece Bezos vestido a lo comandante King Kong, no por el gorila sino por el famoso personaje del que todos hemos visto al menos alguna imagen en la película Teléfono Rojo, donde un *cowboy* cabalga sobre una bomba *nuclear* (se dice «*nuclear*»). Vale que al final solo se parecen en que llevan un sombrero de vaquero, pero la analogía viene como anillo al dedo: sube al cohete con otros tres compañeros (fig. 4), uno de los cuales era su hermano (esto sí que es un regalo y no una corbata por Navidad), otro Wally Funk –la cual fue una de las participantes del programa *Mercury 13* (fue un programa privado para formar a mujeres como astronautas en la década de los 60)– y, por último, Oliver Daemen –que se ganó el derecho por ser la única persona con 18 años que tenía la gran ilusión de ir al espacio (vamos que a su padre le sobraba la pasta y Bezos hace otra muesca mediática al conseguir el logro de llevar a la persona más joven al espacio)–. Hay que tener en cuenta que este cuarto asiento se subastó, y el ganador, que desembolsó 28 millones de dólares (si es que el mundo está lleno de gente con pasta), declinó ir. Se ve que no se fiaba del todo del cohete a pesar de que, de momento, no ha tenido ningún accidente y de que el que paga todo el cotarro sí se iba a montar. Yo no me fiaría de un cohete en el que su propio ‘creador’ no se atreve a montar; a ver, Elon, cuando

montas en uno de tus cohetes y dejas de meter basura, como son todos esos satélites de mierda que fastidian las fotos, o tu coche, que vaya dinerál te ha costado deshacerte de él; te salía más barato un desguace. Se ve que Musk, a diferencia de Komarov (fig. 5), no se fía de los ingenieros; es mejor no dar pábulo a esas leyendas en las que se dice que Komarov se sacrificó para evitar que fuese Gagarin, que era un héroe nacional. En fin, eso sería mejor para otra historia... Como iba diciendo, el ganador de la puja no se subió y cedieron el puesto a este chico joven con el fin de hacer un vuelo con cosas que contar.

En el próximo número de *Leo*, seguiremos con el vuelo, que de vuelo en sí no tiene nada...



Fig. 5. Vladimir Mikhaylovich Komarov (1927-1967) (<https://tinyurl.com/yc28cf5f>).

# Navegación astronómica



**Luis Mederos**  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
lmederos@icmm.csic.es

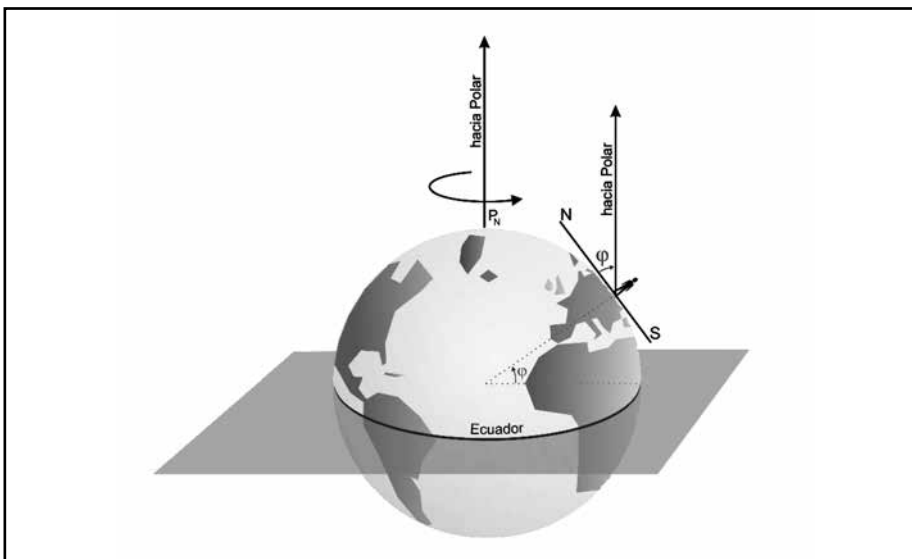


Fig. 1. Basta con medir la altura de la Polar sobre el horizonte para conocer la latitud de un lugar.

Un navegante necesita conocer con regularidad la posición en la que se encuentra. Hasta la segunda mitad del siglo XV, esta era una tarea sencilla pues se practicaba únicamente *navegación de cabotaje*, es decir, navegación de cabo a cabo, siempre a la vista de la costa, de manera que el navegante se situaba utilizando los puntos de referencia conocidos en la costa (faros, accidentes geográficos, etc). Pero, durante la segunda mitad del siglo XV, los portugueses comenzaron sus navegaciones alrededor de África para llegar a las islas de las especias en el océano Índico oriental y, después, los castellanos, tratando de llegar al mismo destino, navegando hacia el oeste por el Atlántico. Dio así comienzo la navegación oceánica en

la que los navegantes perdían de vista la costa durante semanas o, incluso, meses. ¿Cómo podían estos navegantes determinar la posición en la que se encontraban? Los conceptos de latitud y longitud, tal cual los utilizamos hoy día para definir la posición de un punto sobre la Tierra, fueron introducidos por Ptolomeo en el siglo II de nuestra era. Así que el problema que nos planteamos es cómo podemos determinar nuestra latitud y longitud observando los astros, únicos puntos de referencia cuando nos encontramos en alta mar.

Desde la Antigüedad se sabía que la altura del polo celeste sobre el horizonte es igual a la latitud geográfica ( $\varphi$ ) desde la que se observa. En el hemisferio norte se da, además, la afortuna-

da coincidencia de tener una estrella, la Polar, muy próxima al polo celeste. Así pues, basta con medir la altura de la Polar sobre el horizonte para conocer la latitud en la que nos encontramos (fig 1).

La Polar se encuentra hoy día a unos 30' del polo. Con un sextante podemos medir la altura de la Polar con una precisión de décimas de minuto de arco. Conocemos, además, las distintas correcciones que hemos de aplicar a la altura medida (efecto de la refracción de la luz por la atmósfera terrestre, depresión del horizonte, etc.) para obtener la *altura verdadera*. Así que podemos determinar nuestra latitud de manera virtualmente exacta teniendo en cuenta la precisión que se necesita en navegación oceánica para garantizar nuestra seguridad.

Las cosas eran, sin embargo, más complicadas en los comienzos de la navegación oceánica: en 1500, la Polar estaba a unos  $3.5^\circ$  del polo (debido fundamentalmente a la precesión del eje de rotación de la Tierra); el sextante no se inventó hasta mediados del siglo XVIII, de manera que las alturas se medían con una muy poco precisa ballestilla; y, por si todo eso fuera poco, las correcciones por refracción y demás no se conocían. Aun así, los marineros de aquella época eran capaces de determinar la latitud observando la Polar con una precisión de en torno a  $1^\circ$ , algo que consideraban 'exacto' para la época<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Es fascinante leer el libro *Regimiento de navegación*. Contiene las cosas que los pilotos han de saber para bien navegar, y los remedios y avisos que han de tener para los peligros que navegando les pueden suceder, publicado por Pedro de Medina en 1563. En particular, en lo que a la determinación de la latitud se refiere, el libro tercero, titulado *Del altura del Norte*. Este libro está disponible digitalizado en internet (<https://tinyurl.com/7y2wpuke>).



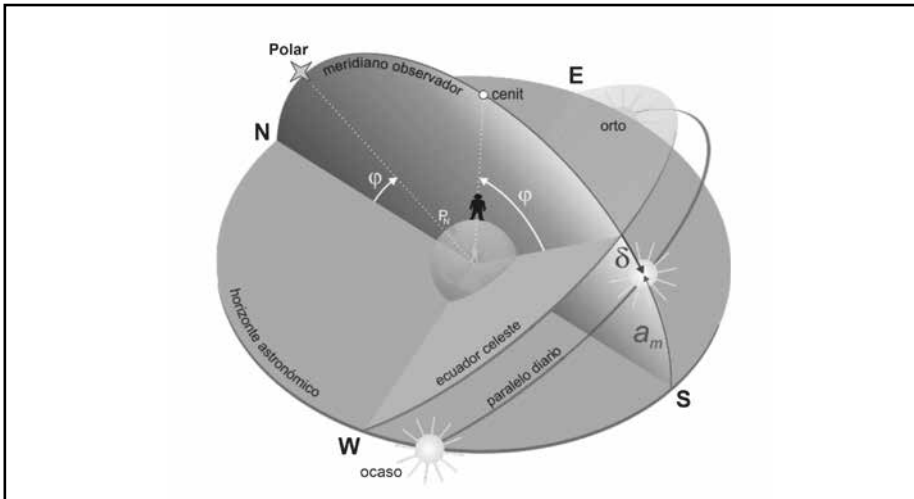


Fig. 2. La altura del Sol en el tránsito por el meridiano del observador, conocida la declinación en ese instante, determina la latitud.

El otro método astronómico, conocido ya en los comienzos de la navegación oceánica, para determinar la latitud, es la observación del paso del Sol por el meridiano del observador (fig. 2). Este método era fundamental cuando los navegantes se adentraban en el hemisferio sur y, por tanto, dejaban de ver la Polar. Tan solo se necesita medir la altura del Sol en el momento de su tránsito por el meridiano y conocer su declinación en ese instante. Los navegantes de la segunda mitad del siglo XV ya disponían de las *Tablas Alfonsinas* de declinación del Sol que mandó elaborar Alfonso X el Sabio en el siglo XIII y, más tarde, hacia 1478, dispusieron también del *Almanaque Perpetuo*, publicado por Abraham Zacuto en Salamanca, que contenía datos de la declinación, no solo del Sol sino, también, de la Luna y de Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

Determinar la longitud a partir de observaciones astronómicas es, sin embargo, un problema conceptualmente diferente debido a la rotación de la Tierra en sentido oeste-este que se traduce, para un observador terrestre, en la rotación del cielo en sentido contrario, de este a oeste. Por tanto, un astro dado da una vuelta a la esfera celeste en un día siguiendo su *paralelo diario* o, en otras palabras, se desplaza  $15^\circ$  por hora hacia el oeste. La longitud ( $\lambda$ ), es el ángulo diedro formado por los planos definidos por el meridiano de referencia (el meridiano de Greenwich en la actualidad) y el meridiano del observador. Para determinar este ángulo basta con utilizar una simple idea, propuesta ya en 1530 por Gemma Frisius:

anotamos el instante de tiempo T1 en el que el astro pasa por el meridiano de referencia y, después, anotamos el instante T2 en el que vemos pasar ese mismo astro por nuestro meridiano. Si en 24 horas el astro recorre  $360^\circ$ , en el tiempo T2-T1 lo habrá hecho  $\lambda$  (fig. 3). Sin embargo, la puesta en práctica de esta simple idea presenta dos problemas que, de hecho, supusieron que determinar la longitud de un barco en alta mar no se consiguiera hasta tres siglos después, a mediados del siglo XVIII, dando lugar a lo que se conoce como el «problema de la longitud», probablemente el problema científico-técnico que más tiempo nos ha llevado resolver.

El primer problema es que el navegante no puede observar el paso del astro por el meridiano de referencia. Este problema tiene una fácil solución: los astrónomos son capaces de predecir (y ya lo eran a finales del siglo XV) las horas de paso de los astros por el meridiano de referencia a partir

de cuidadosas observaciones (y, de hecho, hoy día a partir de cálculos astronómicos). Así que los astrónomos publican anuarios de efemérides (almanaques náuticos en el argot de los navegantes) que contienen esta información, almanaques que los navegantes llevan a bordo. Naturalmente, estas publicaciones contienen las efemérides de los astros tabuladas en función de la hora local del meridiano de referencia (hora que hoy día llamamos *Tiempo Universal*, TU o UT). Así que para saber el instante T1 en el que el astro pasa por el meridiano de referencia, el navegante tan solo necesita consultar el almanaque.

El segundo problema es que, cuando el navegante observa el paso del astro por su meridiano, ha de anotar el instante T2 utilizando la misma hora usada en el almanaque. Solo así la diferencia T2-T1 será el tiempo invertido por el astro en recorrer el ángulo  $\lambda$  que separa ambos meridianos. En otras palabras, el navegante ha de saber en todo momento la hora local del meridiano de referencia –ha de *transportar a bordo el tiempo universal*–, ya que es esa la hora que ha de utilizar con el almanaque. Y puesto que el astro se desplaza  $15^\circ$  por hora hacia el oeste, en 1 segundo lo hará  $0.25'$ . Así que, para garantizar nuestra seguridad, hemos de conocer en todo momento la hora universal con una precisión de 1 segundo. Como es evidente, durante la segunda mitad del siglo XV no existía ningún modo de conocer a bordo la hora del meridiano de referencia (¡solo existían relojes de arena!) y, de hecho, se tardó tres siglos en resolver este problema. La solución llegó a mediados del siglo XVIII con la invención del cronómetro

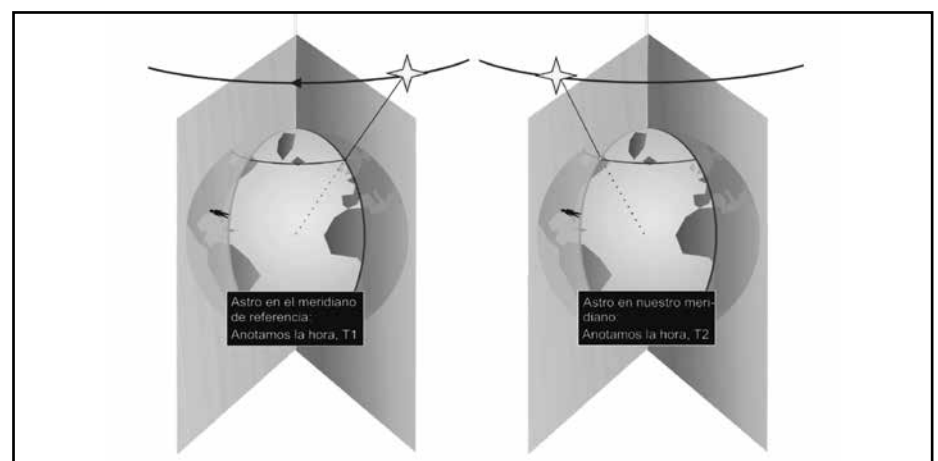


Fig. 3. En 24 horas, un astro recorre  $360^\circ$ ; en el tiempo T2-T1 se traslada  $\lambda$ .

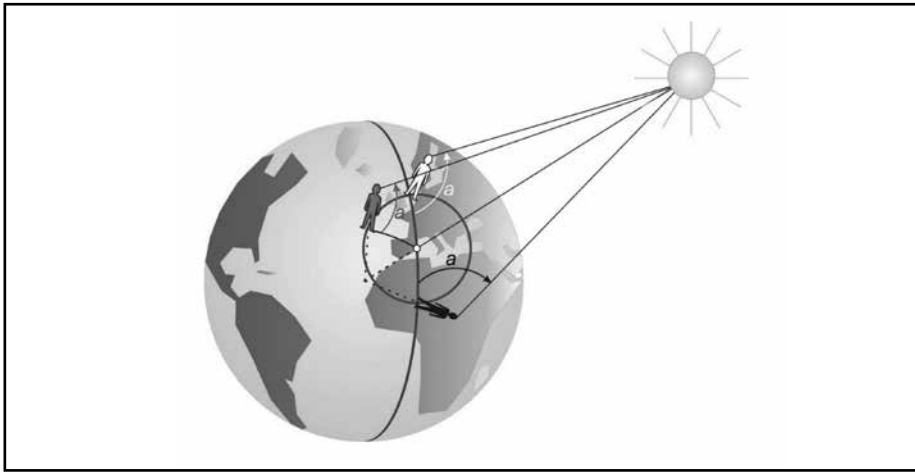


Fig. 4. Diferentes observadores situados sobre el círculo de altura medirán en un instante dado la misma altura del astro, pero diferentes azimuts.

marino<sup>2</sup> por el carpintero, reconvertido en relojero, John Harrison. Ni que decir tiene que durante esos tres siglos hubo numerosas propuestas, espoleadas por los premios convocados por las diferentes potencias navales. La más relevante en este contexto es el método de las *distancias lunares*, pero esa historia la dejaremos para otro momento.

En la segunda mitad del siglo XVIII habíamos desarrollado todos los ingredientes necesarios para determinar la latitud y la longitud de un barco en alta mar mediante la observación de los astros:

1. Los astrónomos eran capaces de predecir dónde se encontrarían los astros. Publicaban sus *coordenadas celestes* (que nos dan la latitud y longitud de la proyección del astro sobre la superficie de la Tierra) en almanaques que el navegante llevaba a bordo.
2. Disponíamos ya de cronómetros que nos permitían conocer a bordo la hora universal a la que habíamos observado un astro. El almanaque nos permitía entonces saber con exactitud la posición del astro en el cielo en ese momento o, lo que es lo mismo, la latitud y longitud de su proyección sobre la superficie de la Tierra.
3. Habíamos desarrollado los instrumentos de reflexión, como el sextante, que nos permite medir con mucha

precisión la altura del astro sobre el horizonte. Además, habíamos desarrollado la óptica geométrica como para poder corregir las alturas medidas con el sextante y obtener la altura verdadera del astro.

El navegante mide la altura del astro utilizando su sextante, anotando el instante preciso de tiempo universal en el que ha medido. Aplica las correcciones pertinentes y obtiene su altura verdadera,  $a_v$ . Consulta en el almanaque las coordenadas celestes del astro en el instante de la medida, de manera que ya dispone de la posición del *polo de iluminación* del astro, es decir, el punto sobre la superficie terrestre en cuyo cenit se encontraba el astro en el instante en que se midió su altura. De esta manera, el navegante acaba de determinar una *línea de posición* sobre la que se encontraba cuando midió: un círculo con centro en el polo de iluminación y radio determinado por su altura, el *círculo de altura*. Cuanto mayor sea la altura del astro, menor será el radio del círculo<sup>3</sup>; de hecho, la medida angular del radio es  $90^\circ - a_v$ . Diferentes observadores situados sobre este círculo obtendrán en ese instante el mismo resultado para  $a_v$ ; simplemente tendrán que mirar en diferentes direcciones para ver el astro. En otras palabras, diferentes observadores situados sobre el círculo de altura medirán en un instante dado la misma altura del astro, pero diferentes azimuts (fig. 4).

Obtener la posición del observador es, pues, muy sencillo: basta con medir simultáneamente (o sea, en instantes separados solo unos minutos) las alturas de dos astros (fig. 5). Se encontrará en uno de los dos puntos de corte de los correspondientes círculos de altura. Para decidir en cuál de los dos puntos de cortes se encuentra, basta con tener en cuenta en qué dirección ha observado cada astro, o sea, cuales eran los azimuts de los astros cuando midió sus alturas.

Calcular la latitud y longitud del punto de corte de dos círculos sobre la superficie de la Tierra es un problema que se resuelve hoy día con una simple calculadora utilizando trigonometría esférica. Cuando se desarrolló esta técnica de navegación no existían las calculadoras. La obtención de las coordenadas de corte requería un poco más de trabajo, pero ese es otro tema.

En resumen, la idea básica de la navegación astronómica es muy simple: tal y como veo yo el cielo aquí y ahora, solo lo veo yo. Si soy capaz de determinar con precisión cómo estoy viendo el cielo desde mi posición desconocida, entonces no tengo más que invertir del problema para determinar dónde tengo que estar para ver el cielo como lo estoy viendo.

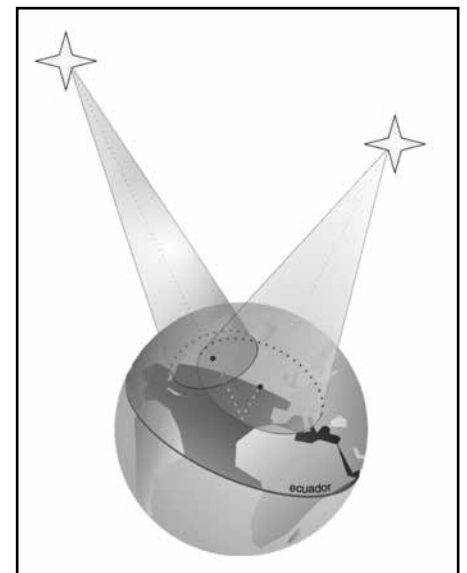


Fig. 5. Midiendo simultáneamente (en instantes separados solo unos minutos) las alturas de dos astros, se obtiene la posición del observador.

<sup>2</sup> Un reloj capaz de soportar los balanceos de un barco y los cambios de condiciones ambientales, como temperatura y humedad, sin perder la precisión requerida de 1 segundo.

<sup>3</sup> Imaginemos un círculo trazado con centro en una farola. Coloquemos ahora observadores sobre este círculo. La altura de la luz será la misma desde todos los puntos del círculo, y será menor cuanto mayor sea su radio. Sin embargo, tendremos que mirar en direcciones diferentes para ver la luz, dependiendo del punto del círculo en el que nos encontremos.

# No estamos solos...

<https://www.saaomega.com>

## Sociedad Astronómica Asturiana Omega



SOCIEDAD ASTRONÓMICA ASTURIANA

Santiago Izquierdo  
Presidente  
[info@saaomega.com](mailto:info@saaomega.com)



La Sociedad Astronómica Asturiana Omega se fundó en la tarde del 27 de febrero de 1981, tras reunirse –en una cafetería de la calle Capua de Gijón– trece personas que acudieron llamadas por un anuncio publicado en prensa una semana antes.

Desde el principio quedaron ya definidas las líneas maestras: compartir afición y divulgar el conocimiento de las ciencias del espacio. Ya en la segunda mitad de los 80, las apariciones en los medios, charlas, observaciones públicas o la participación en 'Mercaplana', el popular evento para la infancia y la juventud, se hicieron habituales.

En los 90, la asociación se plantea objetivos ambiciosos. Al principio de la década apoyó la construcción del planetario en la Escuela Superior de la Marina Civil. Unos años más tarde, en los trabajos para convertir el Monte Deva en un área natural y recreativa, propusimos al Ayuntamiento de Gijón construir un observatorio astronómico, el primero de Asturias; en junio de 1995 ya estaba en funcionamiento. En octubre de 1996 fuimos los anfitriones de las XII Jornadas Estatales de Astronomía, nuestra puesta de largo entre las asociaciones astronómicas (fig. 1). Además, nuestros cursos de 'Iniciación a la Astronomía' empezaron a ser habituales dentro de la oferta de la Universidad Popular de Gijón.

Durante cuatro décadas, nuestros socios han dado lo mejor de sí mismos, movidos por el amor por el firmamento.

Nuestras 'plantadas' de telescopios, las colas en el observatorio, los cursos



Fig. 1. Omega organizó las XII Jornadas Estatales de Astronomía en 1996.

en la Universidad Popular, las llamadas de medios de comunicación, las personas pidiendo consejo para comprar telescopios... y colaboraciones en Mercaplana, en el jardín botánico, con el Centro de Interpretación del Monte Deva, con la Fundación Municipal de Cultura, con la Universidad de Oviedo... nos han convertido en parte del tejido humano y cultural de la ciudad.

Actualmente, nuestros asociados –hombres y mujeres de todas las edades y distinta formación– superan de largo el centenar; la mayoría gijoneses, aunque también los hay repartidos por otros concejos. Con sus humildes cuotas y su esfuerzo, constituyen la columna vertebral de la entidad, lo que nos permite ser autónomos. Por otro lado, la gratuidad en Gijón de nuestras actuaciones públicas –sobre todo en el Observatorio Astronómico Municipal del Monte Deva– ha sido posible gracias a las subvenciones municipales.

Con infinita paciencia para llevar a cabo nuestra actividad, inmersos en el clima oceánico característico de nuestra tierra, sobrellevando las repetidas frustraciones por los muchos eventos naufragados entre nubes o lluvias, combinando la vida laboral y familiar con noches negras en blanco, peleando con tecnología, con la burocracia, con la economía y –recientemente– con la pandemia... ¡hemos llegado hasta aquí!

En 2020 se cumplió el XXV aniversario de Observatorio, torpedeado por la covid-19. Y esta primavera de 2021, coincidiendo con los cuarenta años de Omega, nuestra asociación fue reconocida con una de las medallas de plata que el Ayuntamiento de Gijón entrega anualmente a personas o entidades destacadas en la ciudad.

Nos parece increíble el camino recorrido. Ahora, habrá que encarar el futuro.

# ¿Qué es una estrella? (y II)



Fernando Vélez Sánchez  
Asociación Leonesa de Astronomía  
fvelezsanchez@gmail.com



Fig. 1. Nube de hidrógeno en IC1805, con alta tasa de formación estelar. Foto: Fernando Vélez.

En la primera parte de este artículo (*vid.* Leo n.º 139, verano 2021, pp. 25-27) hemos abordado cuestiones como el brillo de las estrellas o su energía intrínseca; cómo saber a qué distancia se encuentran de nosotros, cuál es el estado de su etapa evolutiva o de qué manera conocer sus características de tamaño y temperatura a partir de su brillo y color; o su clasificación. Veamos ahora de dónde proviene esa energía que irradian, cómo se forman las estrellas, cómo nacen, qué ocurre en su interior, y por qué permanecen emitiendo energía de manera estable durante miles de millones de años.

Las estrellas se forman (fig. 1) a partir de vastas nubes de hidrógeno molecular ( $H_2$ ) y polvo (grafito y silicatos), con temperaturas bajas (en torno a 10 K) y densidades relativamente altas ( $10^4$

moléculas de  $H_2$  por  $cm^3$ ). Debido a inestabilidades gravitatorias y a otras fuerzas de naturaleza molecular, se forman 'grumos' de mayor densidad

dentro de la nube. En estas zonas, al aumentar la densidad, aumenta la gravedad y provoca una mayor contracción. Esta contracción no se detiene hasta que empiezan a disociarse las moléculas de gas y a ionizar sus átomos junto con un aumento de la temperatura. La temperatura provoca que el gas ejerza una presión hacia fuera, contrarrestando la fuerza gravitatoria y ralentizando la contracción. Es entonces cuando estos cuerpos alcanzan un equilibrio hidrostático.

Típicamente este proceso hidrodinámico se produce en un tiempo característico de un millón de años.

Estos cuerpos en equilibrio hidrodinámico se denominan «protoestrellas» (fig. 2). En ellas, las condiciones termodinámicas aún no son favorables para generar reacciones nucleares en su interior, pero su temperatura superficial puede alcanzar los 3000 K.



Fig. 2. Concepción artística de una protoestrella que se encuentra rodeada de un disco protoplanetario (<http://tinyurl.com/bs5erz7c>).





Fig. 3. Visión artística de un disco de acreción (<http://tinyurl.com/3yfezp8p>).

Las protoestrellas tienen una enorme nube de gas a su alrededor (recordemos que surgió de un 'grumo' dentro de una vasta nube) que irá precipitándose poco a poco hacia el núcleo de la protoestrella. Este proceso se denomina acreción, y provoca un aumento del momento angular. Al aumentar el momento angular, esta nube de polvo y gas empieza a girar y a formar lo que se denomina «disco de acreción» (fig. 3).

Una vez que se acreta el disco de gas sobre el núcleo, este se irá contrayendo y aumentando su temperatura hasta el encendido del hidrógeno (inicio de la reacción de fusión); entonces dejará de contraerse y la estrella entrará en lo que se denomina «secuencia principal» (fig. 4). En esta etapa, la estrella pasará el 80 % de su vida, en equilibrio hidrostático y emitiendo una enorme energía debido a las reacciones de fusión de hidrógeno en su interior.

El equilibrio hidrostático se produce porque las dos grandes fuerzas que existen en el interior de la estrella permanecen en contraposición y equilibradas. Estas fuerzas son las de expansión del núcleo debido a las reacciones nucleares, y las de compresión debido a la gravedad de su masa.

Los tiempos del proceso para que una protoestrella empiece su secuencia principal van desde los 50 000 años para estrellas de 15 masas solares, hasta decenas de millones de años para estrellas de una masa solar como nuestro Sol.

Hay que reseñar que, si la masa de la protoestrella es inferior a 0.08 masas solares, esta nunca llegará a poder encender su combustible nuclear.

Estos fantásticos astros pueden ser más pequeños que nuestro Sol o llegar a alcanzar 150 o 200 veces la masa del Sol y llegar a tener un radio de hasta 2000 veces el radio del Sol.

A lo largo de su vida, en la llamada secuencia principal, la estrella fusionará hidrógeno para formar helio, pero cuando acaba este hidrógeno, empezarán a fusionar helio para formar carbono. Las estrellas más pesadas (mayores de 9 masas solares) debido a la temperatura y a la enorme fuerza gravitatoria sobre sus núcleos, seguirán fusionando elementos a partir del carbono para formar y fusionar sucesivamente elementos más pesados como neón, oxígeno y silicio; así hasta llegar al hierro. Al no tener energía suficiente para fusionar el hierro y no existir una fuerza nuclear que se oponga a la gravedad, la es-

trella colapsará en caída libre hacia su núcleo, provocando una posterior onda de choque hacia el exterior, ocasionando una gigantesca explosión denominada supernova.

Con lo que hemos visto en estas líneas, vamos a contestar de manera breve a la pregunta que da título a este artículo: ¿qué es una estrella?

Podemos decir que;

*Una estrella es un cuerpo masivo formado principalmente por hidrógeno, que irradia energía (luminosidad) procedente de reacciones nucleares en su interior, la cual depende de diversos factores como su masa, radio y temperatura. Asimismo, se puede clasificar de acuerdo a su tipo espectral (características de su espectro) o a su luminosidad (en comparación a otras estrellas del mismo tipo espectral).*

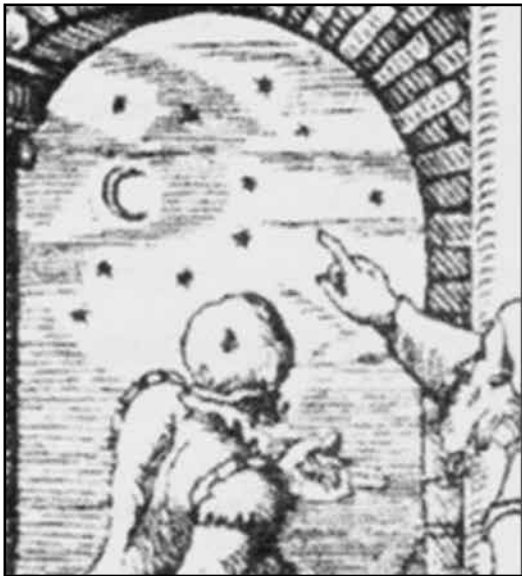
Las estrellas nacen de gas y polvo cósmico, pasarán eones consumiendo el hidrógeno con el que se formaron pero, una vez agotado, morirán. En su agonía hasta la muerte, las más grandes y poderosas generarán en sus núcleos la gran variedad de los elementos químicos pesados que existen en el universo, entre ellos el hierro.

De ese hierro generado en las supernovas proviene el color rojo de nuestra sangre... Y, como dice la canción:

*«Izarren hautsa batean bilakatu zen bizigai, hauts hartatikan uste gabean noizpait giuaden gu ernai». «El polvo de las estrellas se convirtió un día en germen de vida, y de él surgimos nosotros en algún momento» (Xabier Lete / Mikel Laboa).*



Fig. 4. El Sol es una estrella que se encuentra en su secuencia principal. Foto: Paco Laiz.



# Doceo ergo sum

Ocurrencias variopintas a la hora de enseñar astronomía

## Pequeñas herramientas astronómicas



Jesús San José Hernández  
Asociación Leonesa de Astronomía  
sanjoleon@yahoo.es



Fig. 1. Alumnos elaborando el planisferio.

Normalmente nos imaginamos a los astrónomos al frente de sus potentes telescopios, radiotelescopios, cámaras fotográficas, ordenadores y otros recursos sumamente sofisticados. Por ello, solemos olvidar que la astronomía es una de las ciencias más antiguas, y que fue conocida y practicada por todas las civilizaciones desde los tiempos más remotos, sin necesidad de estas modernas herramientas actuales. La utilización del telescopio revolucionó la ciencia astronómica y cambió nuestra concepción del universo, pero hasta ese momento, la observación del cielo —aparte de su componente puramente visual— se apoyaba en herramientas tales como un simple gnomon, cuadrantes, astrolabios, esferas armilares o relojes de sol.

En el campo de la enseñanza de la Astronomía es muy recomendable construir nuestro propio instrumental astronómico utilizando materiales sencillos y asequibles, lo que facilita la comprensión de los principales conceptos astronómicos emulando, en cierto modo, el método de trabajo de los astrónomos antiguos, y nos permite realizar mediciones sencillas sobre la posición de los astros en el cielo y otros aspectos de interés.

De mi experiencia personal, recuerdo cómo en el curso 1986/1987 comencé a impartir la asignatura de Astronomía en el Instituto Gil y Carrasco de Ponferrada, y la primera herramienta astronómica que todos los alumnos construyeron fue un planisferio celeste giratorio. La motivación era muy

simple: no encontrábamos planisferios celestes en tiendas ni librerías, y queríamos comenzar cuanto antes las observaciones del cielo nocturno. Aprovechando que meses antes la revista divulgativa *Algo* había publicado un póster con un mapa estelar de gran tamaño, me propuse convertirlo en nuestro prototipo de planisferio celeste, añadiéndole la escala que contiene los días del año y diseñando, con regla y compás, la correspondiente ventana celeste con las horas del día, el cenit y el horizonte con los puntos cardinales.

El paso de prototipo a herramienta colectiva para construir en clase lo resolvimos solicitando a la editora revistas atrasadas del número en cuestión y los alumnos construyeron, siguiendo mis instrucciones, el resto de componentes. Sin embargo, al cabo de dos años se agotaron los ejemplares, por lo que se me ocurrió otra estrategia: con el oportuno permiso, publicamos en nuestra propia revista *Bérgidum* dicho póster, incluyendo también la parte de la ventana celeste, y mandamos



Fig 2. Planisferio celeste.

imprimir además un buen número de separatas para disponer de ellas en años sucesivos. Después de varios cursos, viendo que el material se agotaba, opté por reducir su tamaño para que pudiera ser fotocopiado en los formatos A3 o A4, y así es como lo hemos utilizado posteriormente, tanto en los institutos donde he dado clase (fig. 1) como en los diversos centros y pueblos en que he impartido charlas y talleres, o en la Asociación Leonesa de Astronomía, donde mantenemos ese diseño en nuestras actividades de taller. Una descripción detallada del planisferio la publiqué en las páginas de esta revista, bajo el título «Experiencia de bricoastronomía televisiva en León» (Leo n.º 58, abril - junio 2001, pp. 75-84).

Por supuesto, lo importante no es saber construir una herramienta como trabajo de manualidades, sino conocer su funcionamiento y manejo para resolver problemas prácticos de observación celeste o teóricos de clase, con el fin de comprender mejor los fenómenos astronómicos. El planisferio, como simulador del firmamento, nos permite conocer qué estrellas y constelaciones son visibles en un momento concreto, la hora del orto, ocaso y culminación de una estrella dada, la posición del Sol sobre el fondo estrellado, la hora aproximada del amanecer y anochecer a lo largo del año, etc. (fig. 2).

A partir de aquí surgieron muchos más artilugios astronómicos de construcción sencilla y económica para su utilización en clase o en las sesiones de observación celeste que, en general, pueden clasificarse en tres grupos:

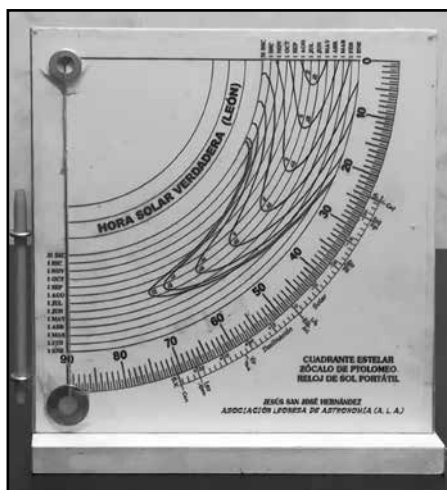


Fig. 4. Cuadrante estelar y zócalo de Ptolomeo.

- Aparatos de cartón para recortar y pegar. Entre ellos se encuentra el citado planisferio celeste, el nocturlabio (reloj celeste nocturno, adaptado para obtener directamente la hora oficial, fig. 3), el lunabio (con este nombre nos referimos a un identificador de fases lunares), el calendario perpetuo semanal giratorio (para fechas julianas y gregorianas), el planetario de cartulina (buscador de la posición general de los planetas del Sistema Solar), las gafas y otros dispositivos para la observación de eclipses de sol o el sencillo contador de estrellas. Casi todos han sido construidos y manejados durante muchos años por distintas promociones de alumnos, y la mayoría de ellos consisten en discos de cartón unidos mediante un clavillo encuadernador que permite su giro de forma concéntrica.

- Aparatos de madera para serrar o atornillar. Aquí se incluyen los diversos tipos de relojes de sol (especialmente el ecuatorial de ranura y el horizontal), el cuadrante estelar y a la vez zócalo de Ptolomeo (para medir la altura de las estrellas y del sol, actuando también como reloj basado en dicha altura, fig. 4), y la ballestilla astronómica (para medir distancias angulares en el cielo, de un tamaño tal que se representan los grados como centímetros).

- Aparatos más complejos. Estos ya no se han construido de forma masiva individual, sino en equipo o por el propio profesor. Como ejemplos podemos citar el planetario escolar (Cf. Leo n.º 125, invierno 2018, pp. 14-15), el astrolabio plano (también descrito con cierto detalle en Leo n.º 58, abril-junio 2001, pp. 75-84), el polos (una de sus variantes fue una maqueta comparativa de las horas romanas con las actuales), el dispositivo al-tazimutal (para medir coordenadas celestes horizontales), el paraguas de estrellas circumpolares, el azimutómetro mural (para medir la orientación de una pared donde se va a instalar un reloj de sol vertical declinante), maquetas para la simulación de las estaciones, telurio, modelo a escala del sistema Tierra-Luna (para simular el tamaño aparente, fases y eclipses lunares), reloj de sol del pastor (fig. 5), antiguo reloj egipcio, gnomon reloj-calendario, buscadores pla-

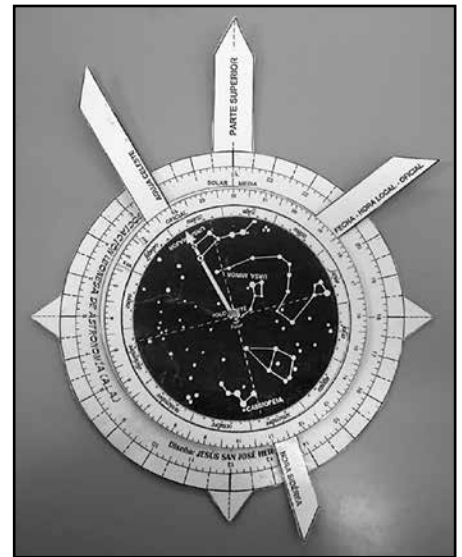


Fig. 3. Nocturlabio.

netarios específicos, filtro solar para telescopio, maqueta del péndulo de Foucault, etc.

Existen muchas publicaciones que contienen planos o instrucciones para la elaboración de estos pequeños aparatos, pero el trabajo más gratificante y creativo consiste en la transformación y adaptación de los diseños para conseguir el resultado más adecuado a nuestro gusto particular.

Quiero añadir, por último, que la construcción de estos instrumentos suele resultar entretenida y motivadora por parte del alumnado y, en cuanto a su manejo, tampoco es muy difícil, contando siempre con la ayuda del profesor para resolver cualquier duda.

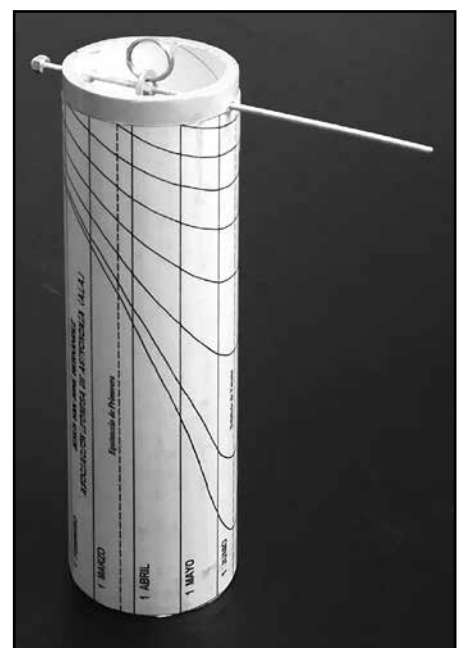


Fig. 5. Reloj de sol del pastor.

# Efemérides

de los astros del Sistema Solar para León

Mario Pérez Riera  
mpriera@gmail.com



## OCTUBRE 2021

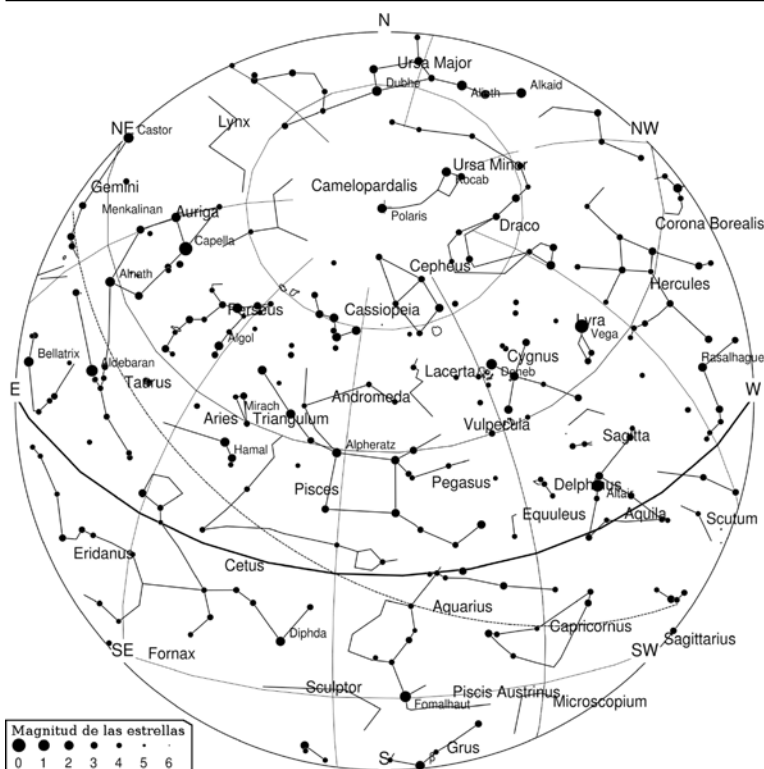
### Día juliano

Día 1: 2459488.5 (a medianoche) · 2459489 (a mediodía)  
Día 15: 2459502.5 (a medianoche) · 2459503 (a mediodía)

### Hora sidérea a medianoche

Día 1: 00:39:48 (en Greenwich) · 00:17:32 (en León)  
Día 15: 01:34:59 (en Greenwich) · 01:12:43 (en León)

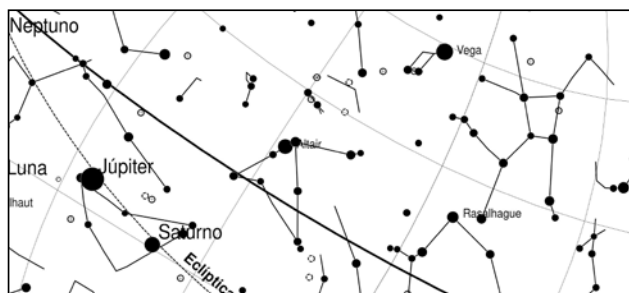
[TODAS LAS HORAS SE INDICAN EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)]



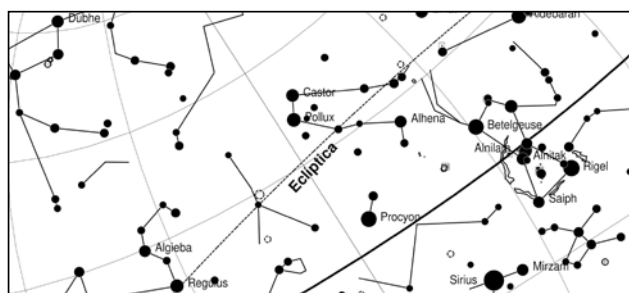
### Fenómenos

- Día 8. Conjunción de Marte con el Sol.
- Día 9. Conjunción inferior de Mercurio con el Sol. Encuentro muy cercano de la Luna con Venus ( $1^{\circ} 54'$ ).
- Día 22. Encuentro muy cercano de la Luna con Urano ( $1^{\circ} 48'$ ).
- Día 25. Máxima elongación de Mercurio al oeste del Sol.
- Día 28. Mejor visibilidad vespertina del año de Saturno.
- Día 29. Máxima elongación de Venus al este del Sol.

### Los planetas el día 15



Al comenzar la noche.



Al finalizar la noche.

1 de octubre: 23:00 h. T.U. 15 de octubre: 22:00 h. T.U. 31 de octubre: 21:00 h. T.U.

### El Sol y los planetas

	DÍA 1			DÍA 15		
	Sale	Culmina	Se pone	Sale	Culmina	Se pone
Sol	06:19	12:11	18:04	06:35	12:07	17:41
Mercurio	07:51	13:06	18:20	05:40	11:27	17:13
Venus	10:19	15:01	19:44	10:47	15:10	19:35
Marte	06:30	12:20	18:11	06:23	11:59	17:36
Júpiter	16:15	21:21	02:27	15:18	20:24	01:29
Saturno	15:30	20:18	01:06	14:34	19:23	00:11
Urano	19:26	02:29	09:33	18:30	01:32	08:35
Neptuno	17:22	23:09	04:55	16:26	22:12	03:58

### Fases de la Luna

Día	Fase	Hora	Sale	Culmina	Se pone
6	L. nueva	11:06	06:08	12:15	18:18
13	C. crec.	03:28	14:32	19:03	23:34
20	L. llena	14:58	17:45	00:30 (s)	07:22 (s)
28	C. meng.	20:07	23:04	06:51 (s)	14:30 (s)

(s) Día siguiente.

### Horas de visibilidad de los planetas el día 15

	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Mercurio															
Venus															
Marte															
Júpiter															
Saturno															
Urano															
Neptuno															

# Efemérides

de los astros del Sistema Solar para León

Mario Pérez Riera  
mpriera@gmail.com



## NOVIEMBRE 2021

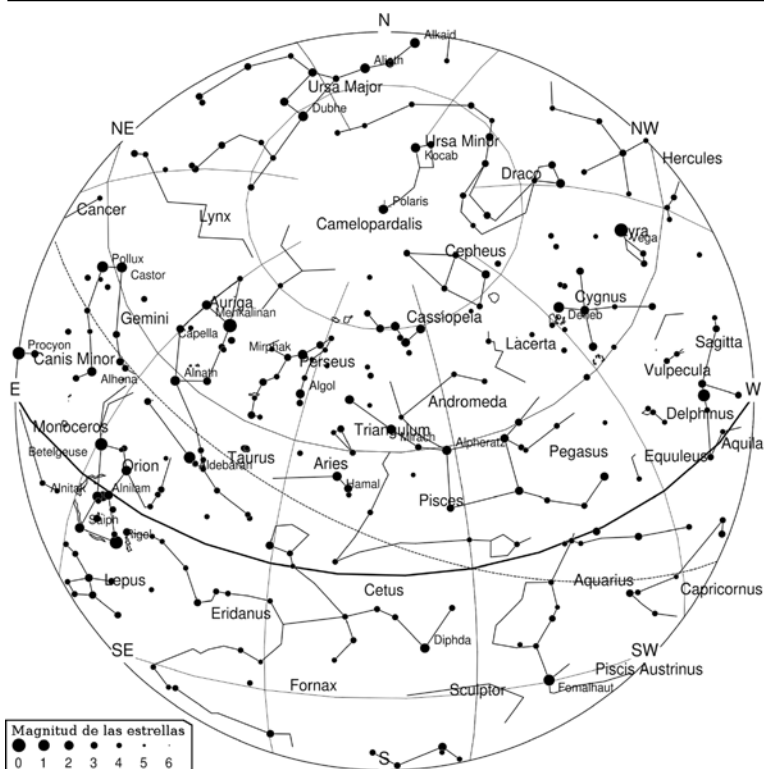
### Día juliano

Día 1: 2459519.5 (a medianoche) · 2459520 (a mediodía)  
Día 15: 2459533.5 (a medianoche) · 2459534 (a mediodía)

### Hora sidérea a medianoche

Día 1: 02:42:01 (en Greenwich) · 02:19:45 (en León)  
Día 15: 03:37:13 (en Greenwich) · 03:14:57 (en León)

[TODAS LAS HORAS SE INDICAN EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)]



1 de noviembre: 23:00 h. T.U. 15 de noviembre: 22:00 h. T.U. 30 de noviembre: 21:00 h. T.U.

### El Sol y los planetas

	DÍA 1			DÍA 15		
	Sale	Culmina	Se pone	Sale	Culmina	Se pone
Sol	06:55	12:05	17:16	07:13	12:06	17:00
Mercurio	05:28	11:06	16:45	06:30	11:34	16:40
Venus	11:09	15:21	19:34	11:10	15:23	19:37
Marte	06:15	11:35	16:56	06:09	11:16	16:25
Júpiter	14:12	19:18	00:24	13:20	18:27	23:35
Saturno	13:29	18:17	23:06	12:35	17:25	22:14
Urano	17:21	00:23	07:25	16:21	23:22	06:23
Neptuno	15:19	21:04	02:50	14:23	20:08	01:54

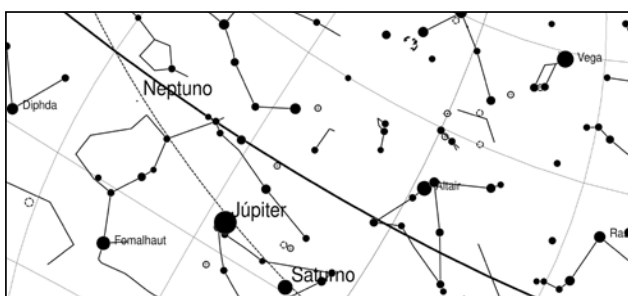
### Horas de visibilidad de los planetas el día 15

	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Mercurio															
Venus															
Marte															
Júpiter															
Saturno															
Urano															
Neptuno															

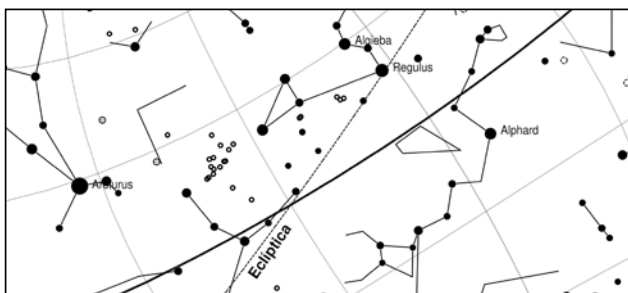
### Fenómenos

- Día 5. Oposición de Urano con el Sol.
- Día 13. Mejor visibilidad vespertina del año de Júpiter.
- Día 18. Encuentro muy cercano de la Luna con Urano ( $1^{\circ} 36'$ ).
- Día 19. Eclipse parcial de Luna, apenas visible como penumbral en León (comienza a las 06:02 T.U.). Luna llena aparentemente más pequeña del año ( $29' 21''$  a las 08:58 T.U.).
- Día 29. Conjunción superior de Mercurio con el Sol.

### Los planetas el día 15



Al comenzar la noche.



Al finalizar la noche.

### Fases de la Luna

Día	Fase	Hora	Sale	Culmina	Se pone
4	L. nueva	21:15	06:14	11:43	17:10
11	C. crec.	12:48	13:52	18:49	23:46
19	L. llena	09:00	17:03	00:39 (s)	08:21 (s)
27	C. meng.	12:30	23:02 (a)	06:20	13:29

(a/s) Día anterior / siguiente.



# Efemérides

de los astros del Sistema Solar para León

Mario Pérez Riera  
mpriera@gmail.com



## DICIEMBRE 2021

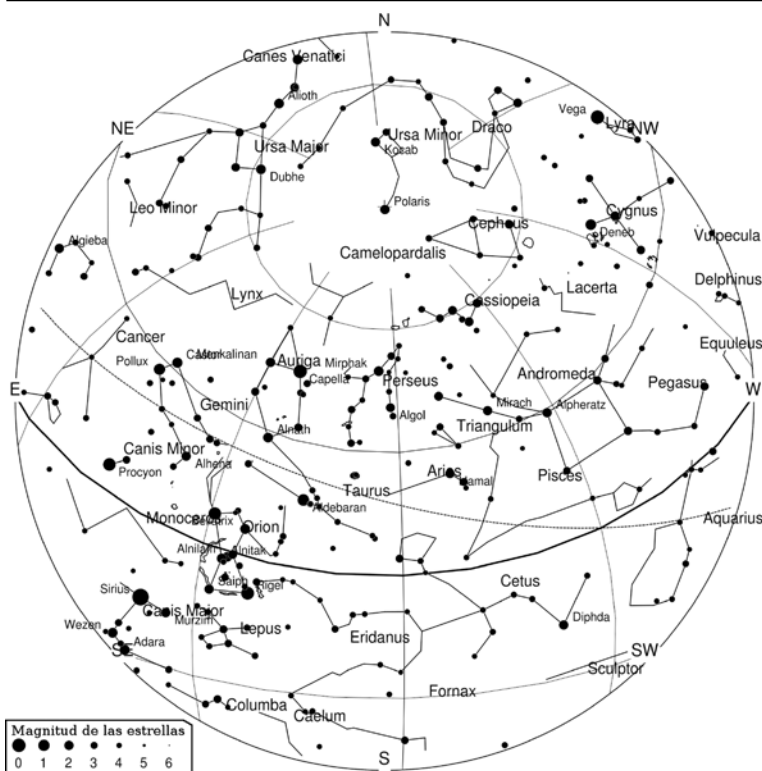
### Día juliano

Día 1: 2459549.5 (a medianoche) · 2459550 (a mediodía)  
Día 15: 2459563.5 (a medianoche) · 2459564 (a mediodía)

### Hora sidérea a medianoche

Día 1: 04:40:17 (en Greenwich) · 04:18:01 (en León)  
Día 15: 05:35:29 (en Greenwich) · 05:13:13 (en León)

[TODAS LAS HORAS SE INDICAN EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)]



1 de diciembre: 23:00 h. T.U. 15 de diciembre: 22:00 h. T.U. 31 de diciembre: 21:00 h. T.U.

### El Sol y los planetas

	DÍA 1			DÍA 15		
	Sale	Culmina	Se pone	Sale	Culmina	Se pone
<b>Sol</b>	07:32	12:11	16:51	07:45	12:17	16:50
<b>Mercurio</b>	07:43	12:15	16:49	08:36	12:56	17:18
<b>Venus</b>	10:48	15:11	19:36	10:01	14:38	19:15
<b>Marte</b>	06:03	10:57	15:52	05:58	10:42	15:26
<b>Júpiter</b>	12:21	17:31	22:41	11:31	16:44	21:58
<b>Saturno</b>	11:36	16:26	21:17	10:44	15:36	20:28
<b>Urano</b>	15:16	22:16	05:17	14:20	21:20	04:19
<b>Neptuno</b>	13:20	19:05	00:50	12:25	18:10	23:56

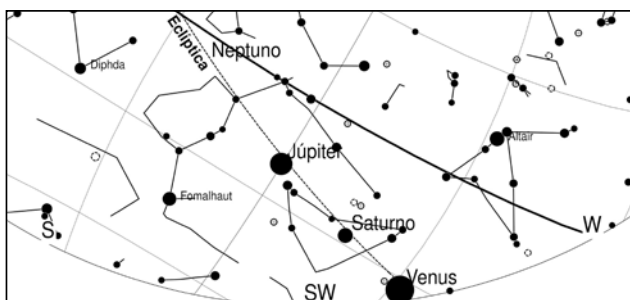
### Horas de visibilidad de los planetas el día 15

	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
<b>Mercurio</b>															
<b>Venus</b>															
<b>Marte</b>															
<b>Júpiter</b>															
<b>Saturno</b>															
<b>Urano</b>															
<b>Neptuno</b>															

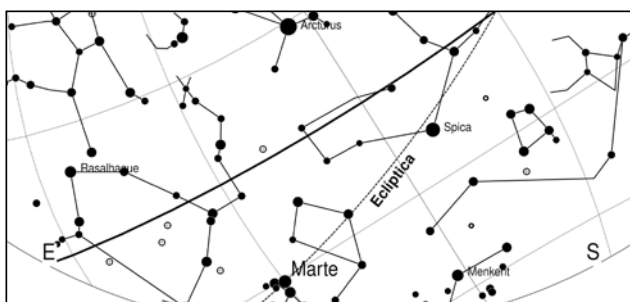
### Fenómenos

- Día 4.** Perigeo anual de la Luna (mínima distancia a la Tierra: 356 794 km).
- Día 8.** Día en que el Sol se pone antes (16:49 T.U.).
- Día 11.** Mejor visibilidad vespertina del año de Neptuno.
- Día 14.** Lluvia de meteoros (Geminidas).
- Día 21.** Día más corto del año (9 h 3 min). Comienza el invierno a las 15:59 T.U.

### Los planetas el día 15



Al comenzar la noche.



Al finalizar la noche.

### Fases de la Luna

Día	Fase	Hora	Sale	Culmina	Se pone
4	L. nueva	07:45	07:46	12:21	16:57
11	C. crec.	01:38	13:15	19:06	00:59 (s)
19	L. llena	04:38	16:57	01:01 (s)	09:06 (s)
27	C. meng.	02:26	00:14	06:31	12:43

(s) Día siguiente.

# Desde el observatorio

Jerónimo Muñoz

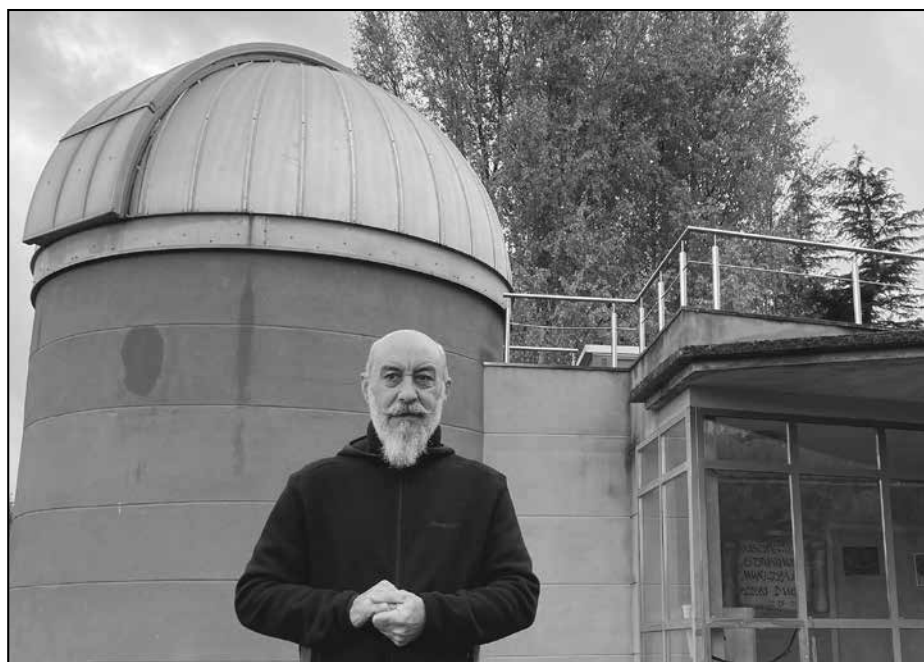


Ya desde niño, Eutiquio García Arce (León, 1958), en el pueblo de sus antepasados –Matanza de los Oteros– miraba embelesado al cielo junto a su abuelo, que fue el primero en hablarle del «Lucero» –que unas veces se veía por la mañana y otras por la tarde– o de «Las cabritillas». Pero cuando, a los dieciocho años, la novia que tenía le regaló unos prismáticos, su relación con la astronomía ya no tuvo vuelta atrás: «Me dio por mirar a la Luna –recuerda– y me fascinó...».

La vida le llevó de acá para allá –Cervera de Pisuerga, Amurrio, Valencia, Madrid, Orense, Tenerife...– hasta que, en el año 1991, se asentó definitivamente en León. Y, a partir de entonces, fue conjugando su labor profesional –relacionada con la telefonía– con sus distintas aficiones: cerámica, histórica, música –en la actualidad aprende a tocar el violín en la Escuela Municipal de Música de Valverde de la Virgen... Y astronomía, claro...

Ya cuatro años antes, en 1987, había entrado a formar parte de la Asociación Leonesa de Astronomía, tras la exposición que esta había organizado sobre el cometa Halley –protagonista indiscutible en el firmamento el año anterior– en el Edificio Pallarés; y que sirvió, entre otras cosas, para que mucha gente la conociera. «Yo, hasta entonces, ni siquiera sabía que existía», corrobora Eutiquio.

Ha pasado muy buenos ratos –y también ha aprendido mucho– en la asociación, a la que representó en las XIII Jornadas Estatales de Astronomía



–hoy Congreso Estatal de Astronomía– celebradas en La Laguna (Tenerife) en 1997, presentando la candidatura leonesa para organizar su decimocuarta edición en el año 2000, como así sucedió. Precisamente en Tenerife había estado viviendo dos años –1990 y 1991– y había entablado relación con la Agrupación Astronómica de Tenerife, época que vivió con gran intensidad. La ubicación y el telescopio MONS de 50 cm de diámetro que utilizaban en el observatorio de Izaña, a 2400 m de altitud, seguro que ayudaban...

Entre sus mejores recuerdos astronómicos se encuentran aquellas primeras observaciones públicas que organizaba la Asociación Leonesa de Astronomía en el Monte San Isidro, que despertaban gran interés –«las colas para observar a través del tele-

scopio eran interminables»– entre los leoneses. Pero, por encima de todo, destaca las Jornadas Estatales de Astronomía del 2000, que fueron todo un éxito y pusieron a León en el mapa de los aficionados a la astronomía. Y en las que, además, se inauguró el observatorio astronómico municipal, que se encuentra en el Coto Escolar, y que lleva el nombre del entonces astronauta Pedro Duque, que estuvo aquí para su puesta de largo.

A día de hoy, aun con otra intensidad, Eutiquio García Arce continúa 'enganchado' a la astronomía; de hecho, sigue sacando el telescopio de vez en cuando a la calle, invitando a todo aquel que pasa por allí a echar una miradina. Y disfruta, como siempre, simplemente levantando la vista al cielo e identificando las principales constelaciones.



[www.astroleon.org](http://www.astroleon.org)