



LEO

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA
N.º 139. VERANO 2021



LEO



N.º 139

VERANO 2021

[JULIO-SEPTIEMBRE]

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: César Blanco González, José Luis Bofill Mercadé, José Bosch Bailach, Ricardo Chao Prieto, José Vicente Gavilanes, Xuasús González, Paco Laiz, Jordi Llorca, Ricardo Moreno Luquero, Jerónimo Muñoz, Alejandro Onrubia, Mario Pérez Riera, Alberto Pisabarro, Jorge Pla-García, Miguel Ángel Pugnaire Sáez, María Ruiz-Pérez 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: Jorge Buzzi.

Tesorero: Alberto Pisabarro.

Vocales: Antonio Morán, Francisco Laiz y Xuasús González.

Miembro de:



Federación de Asociaciones
Astronómicas de España

Carta del presidente.....3

La Asociación, día a día.....4

Ardón. El meteorito discreto.....6
por Jordi Llorca

Entre Sabik y Cebalrai [El Universo Messier].....8
por Xuasús González

Agrupació Astronòmica d'Eivissa [No estamos solos...].....9
por José Luis Bofill Mercadé

Las aves que observaban las estrellas (y II).....10
por Alejandro Onrubia

Piscis [Todos los nombres].....12
por José Vicente Gavilanes

Modelo de cráteres de impacto con harina y colacao [Doceo ergo sum].....15
por Ricardo Moreno Luquero

Paco Laiz [Disparando al cielo].....16
por Fernando Vélez, Alberto Pisabarro, César Blanco, Ricardo Chao y Paco Laiz

Observación astronómica con prismáticos.....18
por José Bosch Bailach

Breve Guía del Cosmos [Difunde, que algo queda].....21
por Miguel Ángel Pugnaire Sáez

Tecnología española en Marte (y II).....22
por María Ruiz-Pérez y Jorge Pla-García

¿Qué es una estrella? (I).....25
por Fernando Vélez Sánchez

Efemérides.....28
por Mario Pérez Riera

Jesús Valero [Desde el observatorio].....31
por Jerónimo Muñoz

En portada:

Las obras de reforma en el Parque de Bomberos de León han propiciado su traslado, por unos meses, al Coto Escolar. Y, como no podía ser de otra manera, ya hemos tenido ocasión de hacer partícipes a nuestros nuevos vecinos –tal y como se muestra en la fotografía de Rafael Matías– de nuestra pasión por la astronomía. La experiencia, por lo que sabemos, ha sido más que satisfactoria...





José Vicente Gavilanes
leo@astroleon.org

Carta del presidente



Querido socio:

Con motivo del Año Santo Compostelano, el observatorio Ramón María Aller de la Universidad de Santiago de Compostela ha presentado el programa «Caminos de Estrellas». Consiste en la organización de una veintena de sesiones de divulgación astronómica que se llevarán a cabo durante este verano en otras tantas localidades de Aragón, Cantabria, Asturias, Castilla y León y Galicia por las que discurren los caminos de peregrinación a Santiago. Y la organización del proyecto ha encargado a nuestra asociación cinco de estas sesiones.

Nuestro compañero Paúl Llamazares se ocupó con esmero y buen gusto de la primera, que ya tuvo lugar en Carrión de los Condes (Palencia), el día 25 de junio. Llevaba por título «El Camino de Santiago en el firmamento» y consistió en una presentación ágil y amena con diapositivas que repasaba aspectos históricos, folclóricos, religiosos y astronómicos tanto del camino de peregrinación como de nuestra galaxia (fig. 1).

Ya en el s. XII, en el Códice Calixtino, se establece la relación entre la Vía Láctea y el Camino de Santiago, si bien desde mucho antes Compostela y «camino estrellado» iban de la mano en el imaginario popular. No es difícil de conectar ambas sendas, pues ya los romanos comparaban el río de nubosidad blanquecina que partía el cielo con un camino, por lo que lo denominaban 'Via', camino, calzada. Cristianizar esta senda no resultó difícil para los creyentes, que



Fig 1. Paúl Llamazares abrió nuestra participación en «Caminos de estrellas».

consideraban la vida humana un camino que ha de recorrerse con la ayuda divina, celeste, y que se asimila a una travesía por este 'valle de lágrimas' hasta la patria celestial.

La Vía Láctea se transforma así, con suave naturalidad, en el reflejo estelar de la peregrinación terrenal a Santiago, cuyas reliquias descansan en el 'Campo de estrellas', en Compostela, y que es metáfora, imagen y símbolo de la vida del cristiano.

Paúl nos transmitió a los asistentes la emoción del peregrino que, aprovechando la calma y bondad del clima estival, comienza la jornada cuando aún no ha amanecido y, levantando la mirada, descubre la franja blanca atravesando el cielo de este a oeste. Porque así ocurre en los meses de verano, antes de clarear el alba: la Vía Láctea asciende desde oriente para caer en el horizonte oeste, como si quisiera indicar el camino a Santiago al peregrino que arranca el viaje diario.

Basta imaginar, para adornar estos símbolos tan sugerentes, que la infinidad de estrellas que forman la Vía Láctea son las almas de los peregrinos que no pudieron llegar a Santiago porque perecieron en el camino. Su frustrada peregrinación se completa con los que sí alcanzan el destino porque son guiados por aquellos, transformadas sus almas en senda de estrellas que señalan sin equívocos el camino a seguir.

Ciertamente, fue una delicia recorrer las etapas del Camino de Santiago, cuajadas de tantos monumentos admirables, con la vista en el cielo, en las constelaciones clásicas, con sus mitos y leyendas y con sus maravillas estelares, cúmulos, nebulosas, galaxias...



Presentación de Leo y anuario, y menos toque de queda

El día 8 de abril, a una hora más bien temprana para nuestra costumbre, Xuasús presentó a cuantos socios quisieron acudir al observatorio el número 134 de Leo, correspondiente a la primavera de 2020 (abril-junio). Se aprovechó esta cita para presentar también el Anuario de nuestro observatorio 'Pedro Duque', obra de Saúl Blanco. El anuario, disponible en papel a un módico precio para quien lo solicite, ya estaba en uso desde comienzos de año y en él se recogen datos de interés, minuciosamente tabulados y previstos: ortos y ocasos, oposiciones y conjunciones, ocultaciones...

Dos meses más tarde, el 9 de junio, se presentó un nuevo número de Leo, el de verano de 2020 (julio-septiembre), ganando así un poco de tiempo para tratar de poner al día nuestra publicación, que acumula retraso desde hace ya varios años.

Quizá para facilitar a los aficionados a la astronomía el cultivo de nuestra ciencia, pues la hora del crepúsculo se retrasaba como corresponde a la estación, las autoridades relajaron la restricción de movimientos, fijada desde enero en las 20.00 h.

Actividades multiplicadas

Casi de frenético se puede calificar el ritmo de actividades que la ALA ha llevado a cabo durante estos meses primaverales. La mayoría de ellas han sido demandadas por colegios o



Fig. 1. La Asociación Leonesa de Astronomía llevó su propuesta de actividades a distintos colegios. Foto: Paúl Llamazares.

AMPAS (fig. 1), lo cual es un indicio de interés por su parte y de buen hacer por la nuestra (o eso queremos creer). Durante el mes de mayo se realizaron cinco actividades en el CRA de Villacedré, previstas algunas para abril, pero que se pospusieron por motivos meteorológicos. Este centro rural agrupa cuatro pueblos, con dimensiones diversas (desde seis u ocho niños hasta clases de dieciocho niños cada clase, de los cursos 3.º a 6.º de Primaria): Santovenia de la Valduncina, Villar de Mazarife, Villacedré y Cembranos. La propuesta astronómica incluía observación solar (mediante gafas de eclipse, con filtro mylar, por proyección y con telescopio solar), actividades diversas según la edad (confección de relojes solares en cartulina, juegos sencillos de sopas

de letras, laberintos, láminas coloreadas, etc.) y la proyección de una presentación de imágenes estelares para completar la sesión. En general, al decir de profesores, niños y padres, el resultado fue más que satisfactorio.

En el mes de junio continuaron las actividades, destinadas a públicos bien diversos: niños, estudiantes de Bachillerato, profesores, personas mayores interesadas en las 'cosas' del cielo... Así, el día 19 los bomberos de León se sorprendieron con las maravillas nocturnas que pueden disfrutarse con nuestros telescopios. Fue una sesión de un par de horas de observación nocturna, aprovechando que estaban acuartelados en el Coto Escolar mientras se realizan obras de mantenimiento en su centro de trabajo.

Días después, el 21 y el 23 de junio, la ALA acudió al CEIP Luis Vives de la capital para que los niños pudieran conocer a Galileo Galilei, emularan en el patio el 'baile' de las lunas de Júpiter en torno al planeta, comprobaran la fuerza del Sol mediante el efecto lupa y lo observaran con filtros y por proyección...

El mismo lunes 21 por la noche recibimos en el observatorio del Coto a un grupo de alumnos de Bachillerato del colegio de los Agustinos, acompañados por su profesor de Historia y compañero nuestro, Ricardo Chao.

Completamos la semana acudiendo la tarde del miércoles 23 al CEIP Teodoro Martínez Gadañón de San Andrés del Rabanedo para observar la Luna, Júpiter y Saturno con telescopio, y pasear por varias constelaciones con niños de Primaria y sus padres, dirigidos todos por dos profesoras del centro. Resultó una tarde redonda como la Luna que nos iluminaba.

Con motivo del solsticio de verano, el día 24 de junio Pepe Gavilanes hubo de disertar brevemente sobre este y otros aspectos astronómicos en el programa matinal de la cadena SER. La intención es siempre la misma: divulgar y acercar la astronomía a la calle.

Xacobeo 21-22

El observatorio Ramón María Aller de la Universidad de Santiago de Com-



Fig. 2. Paúl Llamazares, en Carrión de los Condes (Palencia). Foto: Estibaliz González de la Serna.

postela ha impulsado el programa «Caminos de estrellas», enmarcado en el Año Santo Compostelano 2021-2022, que consiste en realizar durante este verano más de una veintena de sesiones astronómicas en distintas localidades de Aragón, Cantabria, Asturias, Castilla y León y Galicia por las que pasan Caminos de Santiago. Dentro del proyecto, el director del citado observatorio, el profesor José Ángel Docobo, encargó a nuestra asociación la realización de cinco de estas jornadas astronómicas. La primera de ellas estaba prevista para el día 18 de junio en Carrión de los Condes, pero hubo de trasladarse por causas meteorológicas al viernes 25. De su realización se encargó

Paúl Llamazares (fig. 2), quien disertó, acompañándose de una hermosa presentación elaborada por él, sobre el Camino de Santiago, aunando el terrenal y el celestial de la Vía Láctea. La sesión se completó con una observación a simple vista y con telescopio que llevaron a cabo varios compañeros de la ALA. Al finalizar tuvimos ocasión de saludar y departir con José Antonio Sáez, de la Agrupación Astronómica Palentina, que nos saludó amablemente.

Eclipse parcial de Sol

El jueves 10 de junio la Luna no faltó a su cita con el Sol y, a eso de las 10:55 h, pudimos contemplar el comienzo del eclipse parcial de Sol previsto, que se prolongó hasta las 12:40 h. Para disfrutarlo, la ALA solicitó al IES Padre Isla permiso para llevar a cabo la observación en el patio, junto al observatorio astronómico, y poder ofrecerla a los alumnos y al personal del centro educativo, así como a cuantas personas quisieran acercarse hasta el patio del instituto (fig. 3). Puesto que el eclipse era parcial (la magnitud máxima era de 0.20) y en horario laborable, no acudió mucho público externo, por lo que se aprovechó para atender con más dedicación a profesores, alumnos y trabajadores del instituto. Xuasús, Paco, Pepe, Xisco, Saúl (que atendió con diligencia a los medios), Eutiquio y Laura se encargaron de que la sesión se desarrollara a la perfección.



Fig. 3. Observación pública del eclipse en el IES Padre Isla. Foto: Laura González Barredo.

Ardón

El meteorito discreto

Jordi Llorca

Universitat Politècnica de Catalunya
jordi.llibre@upc.edu



Fig. 1. Rosa González Pérez, hace unos años, en el lugar donde había recogido el meteorito Ardón el 19 de julio de 1931.

El 9 de julio de 1931, una niña de once años, de nombre Rosa González Pérez, vio caer en una calle de Ardón, un pequeño pueblo del Páramo leonés, una piedrecita del cielo y la recogió y guardó cuidadosamente en una cajita. Poco pensaba ella que lo que había guardado era, nada más ni nada menos que un meteorito que procedía de un asteroide. El meteorito pasó inadvertido durante ochenta y tres años.

Los meteoritos son muy importantes para la ciencia. La mayoría de ellos son fragmentos de asteroides. Los asteroides guardan intactos algunos de los secretos más preciados del Sistema Solar en tanto que son objetos que se han mantenido prácticamente inalterados desde su formación, hace miles de millones de años. Esto se debe a que nunca formaron parte de un planeta o cuerpo grande, de manera que no han sufrido proce-

sos geológicos como, por ejemplo, los que tenemos en la Tierra (volcanes, subducción de las placas tectónicas, metamorfismo profundo, etc.) que alteran y transforman las rocas continuamente. Es por este motivo que representan los primeros eslabones de la formación de los cuerpos del Sistema Solar. En otras palabras, los meteoritos son como los «fósiles» de nuestro sistema planetario. Por esto son tan importantes para la ciencia y por esto es tan importante recuperarlos y estudiarlos.

Y por si esto fuera poco, también tenemos unos pocos meteoritos que proceden de la Luna y también de Marte. ¿Cómo es posible? Se trata de una carambola cósmica. Primero, un meteorito impacta sobre la Luna o Marte y arranca fragmentos de su superficie al espacio, y luego éstos son los que caen en la Tierra. No hace falta decir que estos meteoritos dan una información muy complementaria a la proporcionada por las rocas lunares traídas por las misiones espaciales en el caso de la Luna, y aportan una in-

formación exclusiva de como es Marte, dado que aún no se ha realizado ninguna misión espacial a Marte para traer muestras de su superficie. Son auténticas joyas científicas.

La caída del meteorito Ardón no pasó desapercibida en su día. Poco antes de las nueve y media de la mañana del jueves 9 de julio de 1931, una bola de fuego sobrevoló la provincia de León, generando una serie de estallidos y vibraciones en el suelo que, según los periódicos locales, se escucharon tanto desde la capital como desde otras localidades como Las Salas, Boñar o Cistierna. El paso de la bola de fuego fue descrito como un «tableteo fuerte seguido de seis u ocho truenos empalmados», según el testimonio de un profesor que en esos momentos daba clase a sus alumnos. Otros cuentan que vieron pasar a gran altura «una llama ardiendo y rugiendo y echando humo». A continuación, apareció una estela de polvo y al cabo de un momento, el meteorito cayó en la calle Angosta, delante de Rosa González Pérez (fig. 1) quien, como



Fig. 2. El meteorito Ardón sobre papel milimetrado y al lado de una moneda para comparar. El meteorito está prácticamente recubierto por una corteza de fusión fresca y de color oscuro.

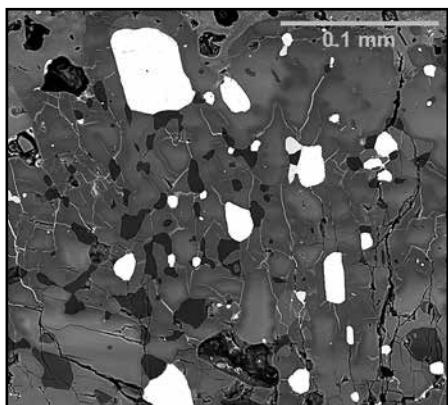


Fig. 3. Imagen obtenida con un microscopio electrónico de rastreo del interior del meteorito Ardón. Los granos brillantes corresponden a partículas metálicas de hierro y níquel. Las zonas grises y más oscuras corresponden a silicatos, como olivino, piroxeno y plagioclasa.

hemos dicho, fue a recogerlo. Cuando lo tocó, notó que estaba caliente.

Es muy posible que cayeran otros fragmentos en otras localidades cercanas, ya que, en la mayoría de los casos, los meteoritos no caen como un objeto único, sino que caen múltiples fragmentos. Esto se debe a que la caída de un meteorito es un fenómeno físico muy violento. Los meteoritos entran en la atmósfera a miles de kilómetros por hora y se van desacelerando por el rozamiento que experimentan con el aire que, a medida que nos acercamos a la superficie terrestre, es más denso. Normalmente, los meteoritos no soportan la presión de la atmósfera y estallan, originando una lluvia de meteoritos en lugar de la caída de un único objeto. En el caso de Ardón (y de otros muchos), no sabemos si el objeto recuperado fue el único en alcanzar la superficie terrestre, pero no sería raro que hubieran caído muchos más fragmentos en los alrededores y que éstos hubieran pasado inadvertidos. Cuando un meteorito estalla en la atmósfera lo hace normalmente a una altura considerable (varios kilómetros), de manera que los fragmentos se van alejando entre ellos mientras caen. Es como si lanzáramos varias piedras de golpe desde un avión: los fragmentos no llegarían juntos al suelo. Rosa González Pérez oyó un estallido seguido de un trueno, lo que sugiere que seguramente cayeron más fragmentos.

El meteorito que Rosa recuperó en Ardón era pequeño, de tan solo cinco gramos y medio de peso y del tama-

ño de una aceituna grande (fig. 2). Apesar de su reducido tamaño, su valor histórico es enorme. Teniendo en cuenta el año en que cayó (1931), es el vigésimo cuarto meteorito español de los treinta y dos que conocemos a día de hoy que han caído en España (el último en Traspesa, Galicia, en 2021).

En un principio, Rosa González Pérez no contó a nadie la aventura del meteorito; era «su secreto», y éste permaneció guardado hasta que, años más tarde, se lo contó a uno de sus sobrinos, José Antonio González Pellitero, quien lo hizo llegar en el año 2013 a los científicos para que lo examinaran y determinaran si realmente se trataba de un meteorito o no. Al haberse recuperado inmediatamente después de su caída, el meteorito conserva perfectamente la corteza de fusión en casi toda su totalidad (más del 90 %). La corteza de fusión es una capa delgada que se forma mientras el meteorito cae y su superficie se funde por el rozamiento con el aire. La corteza es de color oscuro porque el hierro que contiene el meteorito se oxida con el oxígeno del aire y la temperatura, y se forman óxidos de hierro, de color negro.

El meteorito se analizó en universidades y centros de investigación de España, Alemania, Estados Unidos, Italia, Hungría y Suiza. Se clasificó como una condrita ordinaria del tipo L6. Las condritas ordinarias provienen de asteroides y son el tipo de meteorito más común, representando aproximadamente el 85 % de todos los meteoritos conocidos. Se componen básicamente de silicatos simples (olivino y piroxeno y, en menor cantidad, plagioclasa), granos de metal (hierro-níquel) y pequeñas cantidades de otros minerales, como troilita (un sulfuro de hierro de fórmula ideal FeS), cromita (un óxido de hierro y cromo de fórmula ideal FeCr_2O_4) e ilmenita (un titanato de hierro de fórmula ideal FeTiO_3) (fig. 3).

La cantidad de hierro en el olivino y piroxeno frente a otros elementos como magnesio y calcio se utiliza para clasificar las condritas ordinarias, que se dividen en tres familias: H, L y LL, siendo las condritas H las que contienen más hierro en forma metálica (H = *high*), seguidas de las

L (L = *low*) y las LL (LL = *very low*). El meteorito Ardón, como hemos dicho, es del tipo L6: pertenece a la familia L (fig. 4); y el número 6 indica el tipo petrológico, que va desde el 3 hasta el 7, siendo un número mayor un índice de metamorfismo más elevado. Por otro lado, el análisis de los gases nobles neón y argón indican que el meteorito fue arrancado del asteroide hace unos veinte o treinta millones de años antes de caer en la Tierra.

Ardón es un pequeño meteorito que cayó ahora hace casi un siglo. Su interior alberga, como muchos otros meteoritos, algunas de las claves para entender el origen y evolución del Sistema Solar, pero sólo Ardón tiene detrás la historia humana tan bonita de una niña que decidió guardar como un tesoro aquella piedrecita que vio caer del cielo. Es un caso único en el mundo.

Para saber más sobre meteoritos

LLORCA, J. *Meteoritos y cráteres: Fragmentos de otros mundos que caen en la Tierra*. Editorial Milenio, 2004.

LLORCA, J. *Meteoritos: Química e historia*. Anales de Química de la Real Sociedad Española de Química, 2011, n.º 2, 167-174. Accesible en: <https://tinyurl.com/y65uy7y9>.

Para saber más sobre el análisis del meteorito Ardón (en inglés)

VV. AA. *The Ardón L6 ordinary chondrite: A long-hidden Spanish meteorite fall*. Meteoritics & Planetary Science, 2014, 49, 1475-1484. Accesible en: <https://tinyurl.com/3d5t2pb8>.

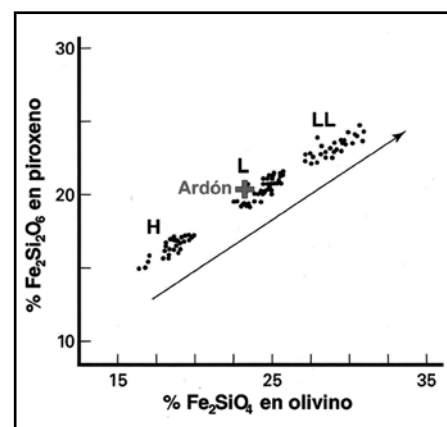


Fig. 4. Esquema para clasificación de condritas ordinarias. Los ejes corresponden a la cantidad de hierro presente en el olivino y en el piroxeno.



—«¡Eh! ¡Eh! ¡Te he visto la puntita!» —le dijo Paúl a Pepe... una de las noches en las que tratábamos de observar M14. Se refería al láser verde —doy fe, que estaba allí— con el que el segundo apuntaba al lugar donde debía estar el objeto mientras el primero intentaba localizarlo con el Dobson de 8". A ello nos dedicamos, en distintas ocasiones, además de Paúl, Pepe y yo, Saúl, Rafa, Paco, Adrián, Xisco, Isidro, Jaime, Marcos y Ney. Y, aunque no fue fácil, lo conseguimos, tanto con el Dobson como con los dos de la cúpula —el reflector de 250 mm y el TSA-102, que están en paralelo—... cuando no lo impedían los chopos que tenemos pegados al observatorio y que tanto nos incordian... Me quedo, dicho sea de paso, con la imagen que se veía con el reflector de 250 mm.

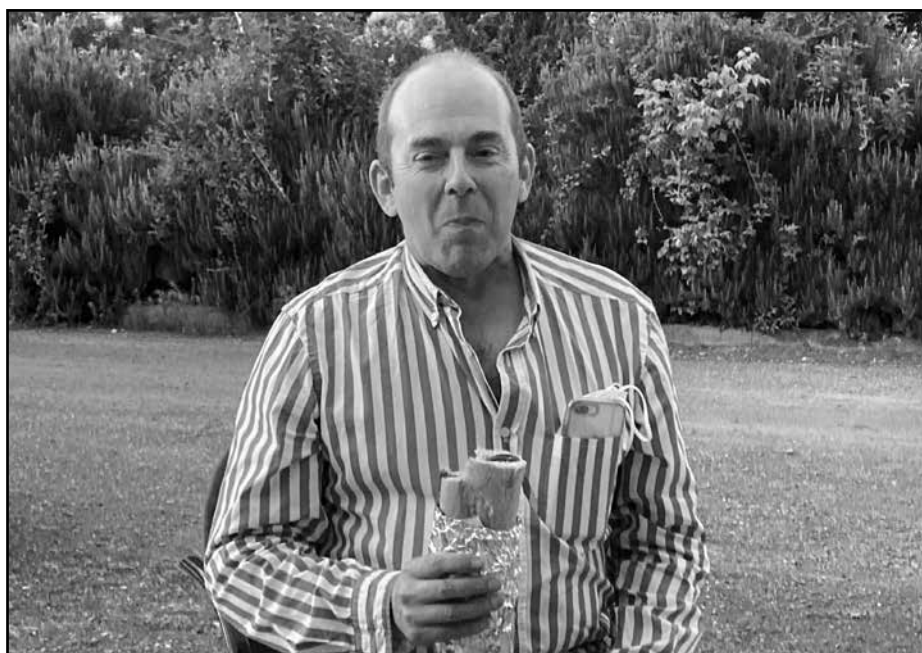


Fig. 1. Hay momentos que requieren su dedicación...

—«Ahora voy...» —me dijo Rafa en una ocasión, una plácida noche de verano, en cuanto llegué. —«Tranquilo, que no hay ninguna prisa» —le respondí. Y no la había, que aunque teníamos que mirar antes no sé qué cosas, teníamos margen más que de sobra. Además, hay momentos que requieren su dedicación... (fig. 1). Todo indicaba que la jornada se iba a alargar... aunque, eso sí, nadie dijo que tuviera que madrugar al día siguiente, como sí fue el caso en alguna otra ocasión: «En un ratín vuelvo...» —nos decía Pepe, bien entrada la madrugada, al despedirnos un día a comienzos del verano de 2020, cuando el cometa Neowise era el gran protagonista en el cielo antes del amanecer. A las 5:30, hora local, tenía previsto estar otra vez en el observatorio. Y, como no podía ser de otra manera, cumplió.

M14 es un cúmulo globular, descubierto por Charles Messier en 1764 —él lo catalogó como «nebulosa sin estrellas»; el primero en resolverlas fue William Herschel en 1783— que se encuentra en el centro de la constelación de Ofiuco. «Entre Sabik y Cebalrai —‘El perro del pastor’—» — η Ophiuchi y β Ophiuchi—, concretó Pepe con toda naturalidad...; y próximo a su vez a los también cúmulos globulares M10 y M12. Es «una región estelar más bien pobre», tal y como ya indicábamos en su día en estas mismas páginas, en donde también apuntábamos que M14 no era precisamente «espectacular». Y, en efecto, es un objeto débil, que se aprecia como una manchina; de hecho, hubo noches en las que me costó incluso distinguirlo: «Porque tiene que ser ‘eso’, va-

mos...» —llegué a pensar en más de una ocasión...

Ni siquiera resultó especialmente fácil localizarlo. Una noche, de hecho, lo intentamos sin éxito alejándonos incluso unos cuantos metros del observatorio, metiéndonos entre unos hierbajos para evitar unos focos que, la verdad, eran bastante molestos. —«Lo tengo. Ahí está» —dijo Paúl. —«¿Lo ves?» —le pregunté yo. —«Qué va...» —me respondió—, pero, estar, está ahí... —concretó. Menos mal que, un rato después, una vez que apagaron esos focos, y ya desde nuestro lugar habitual de observación, sí pudimos dar con M14. «Se ve perfectamente» —dijo Pepe. —«Bueno... Perfectamente, lo que se dice perfectamente...» —no tardó en matizarse a sí mismo...

No estamos solos...

Agrupació Astronòmica d'Eivissa

<https://www.aaeivissa.com>



José Luis Bofill Mercadé

Presidente

admin@aaeivissa.com



La Agrupació Astronòmica d'Eivissa se formó a la inversa de la majoria de asociaciones, ya que primero se construyó un observatorio y posteriormente se hizo una captación de aficionados.

En el año 1955, Juan Arabí Verdera, ibicenco muy interesado toda su vida en cuestiones científicas, decidió, debido a su avanzada edad, deshacerse de todo su instrumental, entre el que se encontraba un telescopio refractor Secretan de 160 mm de abertura y 2600 mm de foco, con todos sus accesorios, con una montura ecuatorial alemana y una columna metálica accionada por una pesa, más un reloj sideral.

Ante el interés demostrado por algunos organismos foráneos, el Ayuntamiento de Ibiza decidió comprarlo para evitar que este instrumental saliera de la isla. En agosto de 1956,

con el observatorio Puig des Molins ya terminado, se comenzó su uso y la captación de aficionados.

En aquel tiempo, los trámites para la legalización de una asociación eran muy lentos y complicados, más aún desde una isla. El 28 de marzo de 1957, el Ayuntamiento aprobó los estatutos. La inscripción en el registro de asociaciones tardaría cierto tiempo, puesto que el Gobierno devolvió los estatutos para rectificar dos artículos, lo que obligó a reiniciar todo el camino de organismos intermedios. El 20 de febrero de 1959, el Ministerio de la Gobernación autorizaba la fundación de la asociación.

La Agrupación, durante todo este tiempo, ha pasado por altibajos, como la mayoría de las asociaciones de este tipo. En este momento, estamos en la cresta de la ola. Somos unos 143 socios, aunque el 75 % son, podría-

mos decir, «colaboradores», o sea, que pagan la cuota y aparecen de cuando en cuando.

Hay un grupo de astrofotografía que consigue espléndidas fotos, algunas de ellas con reconocimiento APOD. Se han instalado videocámaras para la captación de bólidos, comunicando los resultados a la Red de Investigación sobre Bólidos y Meteoritos (SPMN). El grupo de astrometría y localización de nuevos asteroides da sus frutos, detectando hasta la fecha 145. En espectrografía se han realizado algunos ensayos y esperamos que el grupo pueda consolidarse.

De cara al exterior, la actividad más visible son las visitas al observatorio de escolares por las mañanas y del público en general por las noches, con una asistencia anual media de 1400 personas. También se llevan a cabo 'plantadas' de telescopios portátiles en diferentes puntos de la isla, abiertas al público. Además, algunos socios dan charlas en colegios que por alguna causa no pueden desplazarse al observatorio. Y cuando la economía lo permite, se organizan conferencias, invitando a especialistas en diversos campos de la astronomía.

Actualmente la Agrupació Astronòmica d'Eivissa gestiona dos observatorios: el viejo en Puig des Molins, propiedad del Ayuntamiento de Ibiza, dedicado a la Luna y planetas, abierto al público; y el de Cala d'Hort, propiedad del Consell Insular, robótico, no abierto al público y dedicado a cielo profundo.

Las aves que observaban las estrellas (y II)

Los sistemas de orientación de las aves



Alejandro Onrubia
Fundación Migres
Asociación Leonesa de Astronomía
aonrubia@fundacionmigres.org



Fig. 1. Petirrojo (*Erithacus rubecula*), una de las aves migratorias protagonista de muchos experimentos de orientación.

Las aves –decíamos en la primera parte de este artículo (cf. Leo, primavera 2021, pp. 6-8)–, utilizan diferentes brújulas: la solar, la estelar –a estas dos ya nos hemos referido–, y la magnética, que fue la última en descubrirse.

En 1966, Wiltschko y Merkel, dieron a conocer que los petirrojos (*Erithacus rubecula*, fig.1) tenían un «sentido magnético» y eran capaces de orientarse usando el campo geomagnético terrestre. En este caso, en los experimentos con aves cautivas emplearon grandes electroimanes para generar campos magnéticos artificiales y ver cómo respondían los petirrojos sometidos a estos cambios. Actualmente se ha demostrado la posesión de un «sentido magnético» en una treintena de especies de aves pertenecientes a grupos muy dispares (en todas en las que se ha experimentado), lo

que invita a pensar que es un sentido universal de las aves (y de otros vertebrados como peces, anfibios, cetáceos...). También sabemos que la brújula magnética de las aves está mediada por la vista: las aves «ven» el campo magnético a partir de una reacción química que ocurre en unas moléculas denominadas criptocromos que se localizan en las células fotorreceptoras de la retina. Así, las aves perciben la inclinación del campo magnético respecto a la superficie terrestre: las aves, al desplazarse, perciben cambios en la inclinación del campo (probablemente «ven» cambios del ángulo de polarización de la luz) que utilizan para orientarse y posicionarse. Por otro lado, aún está en discusión si las aves podrían detectar no solo la inclinación, sino también la intensidad del campo magnético, ya que se han encontrado orgánulos con ferritina de origen biogénico en el pico

y en los músculos de cuello y cabeza, y aves con el nervio trigémino del pico anestesiado perdían la capacidad de orientación con campos magnéticos artificiales. Si se demuestra esta línea de trabajo, estaríamos con aves que son capaces de «ver» en la inclinación del campo magnético y detectar cambios en su intensidad al desplazarse. Recientemente se ha demostrado que algunas aves podrían seguir una estrategia de orientación «magnetoclínica», donde los individuos podrían seguir simplemente una línea de inclinación magnética constante.

Pero, ¿cómo integran las aves la información de estas diversas brújulas? Sabemos que las brújulas celestes no son visibles de día (estrellas) o de noche (Sol), ni bajo cielos cubiertos, y que existen extensas zonas de la Tierra con anomalías magnéticas, amén de que la orientación en el ecuador,



Fig. 2. El charrán ártico (*Sterna paradisaea*) tiene el récord de realizar la migración más larga conocida de la Tierra, desde sus zonas de cría en el Ártico hasta la Antártida. A lo largo de su vida podrían recorrer más de 2.4 millones de kilómetros, el equivalente a tres viajes de ida y vuelta a la Luna.



Fig. 3. Recientemente se ha demostrado que los carriceros comunes (*Acrocephalus scirpaceus*) podrían usar la declinación magnética en sus migraciones.

bajo un campo magnético casi horizontal, resulta dificultosa. Aún no conocemos con detalle como integran la información de los diferentes compases, pero parece claro que las aves calibran unas brújulas con otras, dando prioridad a una u otra en función de las condiciones reinantes.

¿Navegan las aves?

Ahora sabemos que las aves son capaces de realizar viajes increíbles usando una simple orientación de «reloj y brújula» (fig. 2). Sin embargo, tener un «sentido de dirección» (capacidad de orientación) no es suficiente para encontrar el camino de vuelta, cambiar la ruta, encontrar atajos, compensar efectos de desplazamientos inesperados por causas diversas (meteorológicas normalmente) o recuperarte si te pierdes o desorientas (¡las brújulas no siempre funcionan!). Para resolver estas cuestiones, las aves deben disponer de una cierta capacidad de localizar su posición, al menos respecto a un destino. Este «sentido de posición» es lo que conocemos como «capacidad de navegación». Por lo que actualmente sabemos, las aves no disponen de un sistema innato de navegación y este depende del aprendizaje y de la experiencia: solo los ejemplares adultos que han realizado al menos una migración son capaces de compensar desplazamientos o encontrar nuevas rutas. También sabemos que las aves pueden usar un sistema de navegación de doble coordenada (longitud y latitud) usando

gradientes ambientales, por ejemplo, el azimut del Sol o la intensidad del campo magnético, o de otro tipo (gradientes de olor, infrasonidos...). Muy recientemente, Chernetsov y colaboradores han demostrado que algunas aves pueden determinar no solo la latitud, sino también la longitud (el gran problema de la navegación), usando las diferencias en la declinación entre el norte geográfico (establecido visualmente mediante la posición del Sol o las estrellas) y el norte magnético (establecido mediante la percepción del campo magnético terrestre) (fig. 3).

El estudio de la migración nocturna de las aves mediante la observación del disco lunar

Aproximadamente las dos terceras partes de las aves realizan sus desplazamientos migratorios durante la noche. Durante la migración nocturna se reducen los riesgos de predación y las aves también se benefician de una atmosfera más estable y densa, sin las turbulencias que produce el Sol, y pueden utilizar las constelaciones para orientarse. También les permite optimizar los días, utilizando las horas de luz para alimentarse y la noche para desplazarse. Además, existen importantes razones fisiológicas: el vuelo activo de las aves es una actividad muy costosa energéticamente que produce un sobrecalentamiento en el ave con los riesgos de deshidratación que esto implica, y la noche les permite volar en condiciones más frescas y húmedas.

Esto quiere decir, que la mayor parte de la migración de las aves no es visible para los humanos, lo cual dificulta notablemente su estudio y limita la información disponible sobre la misma en cuanto a rutas, intensidad migratoria, alturas de vuelo, etc. En las últimas décadas los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de nuevas técnicas de estudio de la migración (infrarrojos, radares...), a la vez que se han puesto a punto algunas de las ya existentes. La observación del disco lunar o *moonwatching* es una técnica de estudio de la migración nocturna que se puso en práctica hacia 1950; y, gracias al calibrado con técnicas modernas de radar y al desarrollo de métodos recientes de análisis de los datos, se ha confirmado su validez y fiabilidad. Actualmente, constituye una de las técnicas más rentables y eficientes de estudio de la migración nocturna.

La técnica del *moonwatching* consiste en la observación del disco lunar en noches de Luna llena y en el registro de las aves que cruzan el disco durante sus desplazamientos. El número de aves contadas durante un periodo de tiempo concreto es proporcional a la intensidad de la migración ocurrida en ese periodo. Teniendo en cuenta determinadas variables, como la distribución vertical de las aves, la visibilidad en relación a la distancia y la posición de la Luna, se pueden estimar los flujos migratorios nocturnos y las direcciones de estos (fig. 4).

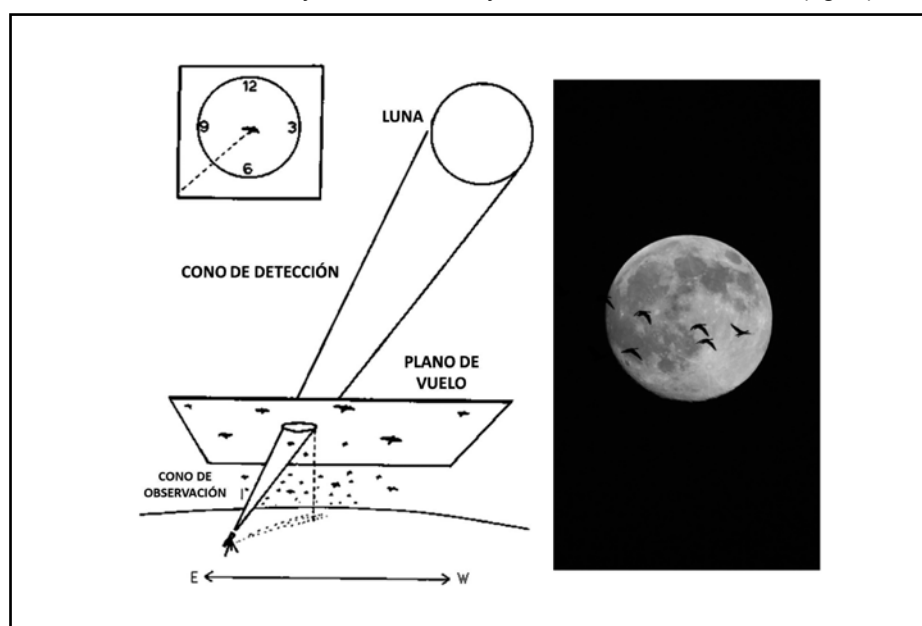


Fig. 4. La observación del disco lunar permite estimar tasas de tráfico nocturno de aves migratorias, así como sus direcciones y alturas de vuelo.

Todos los nombres

José Vicente Gavilanes
gavilanes.p@gmail.com



Piscis

«Piscis es el duodécimo signo del Zodíaco y sexto de los Austráles, que corresponde al mes de Febrero. Expressase por los Astrónomos con este carácter ♓ y por los Pintóres con la figura de dos peces atado el uno con el otro, de quien toma el nombre» (Diccionario de Autoridades, 1726-1739). No obstante esta descripción tan detallada, se trata de una constelación tenue (fig. 1), difícil de reconocer en el cielo como dos peces unidos por una cinta, tal como la representa la tradición astronómica (fig. 2).

Quizá la forma del pez del norte se puede distinguir un poco mejor en el conjunto de estrellas –y de hecho sirios, persas o árabes han visto un

solo pez en esta parte del cielo–, pero cualquier observador aficionado puede también señalar hacia el suroeste del Cuadrado de Pegaso un pentágono irregular que puede recordar la silueta de un pez ancho y corto. Así describe Arato la constelación que nos ocupa: «En el umbral del hemisferio sur están los Peces... De sus dos colas se extienden como dos cordones que de uno y otro lado se juntan en una sola línea. Y las une una sola estrella, hermosa y grande, a la cual llaman también el Nudo Celeste» (Fenómenos 239-249).

Si la representación figurativa puede parecer un tanto artificiosa y pintoresca, su situación en el cielo no ofrece

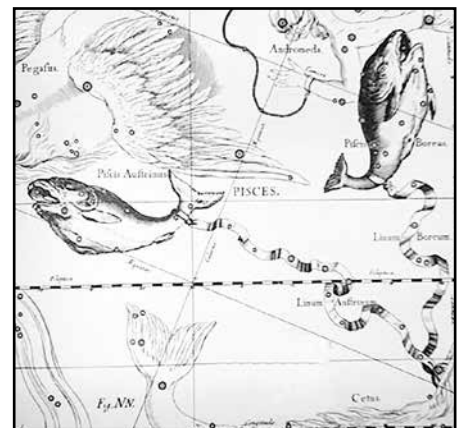


Fig. 2. Ilustración de Piscis realizada por Hevelius en 1690 (<https://tinyurl.com/355menvt>).

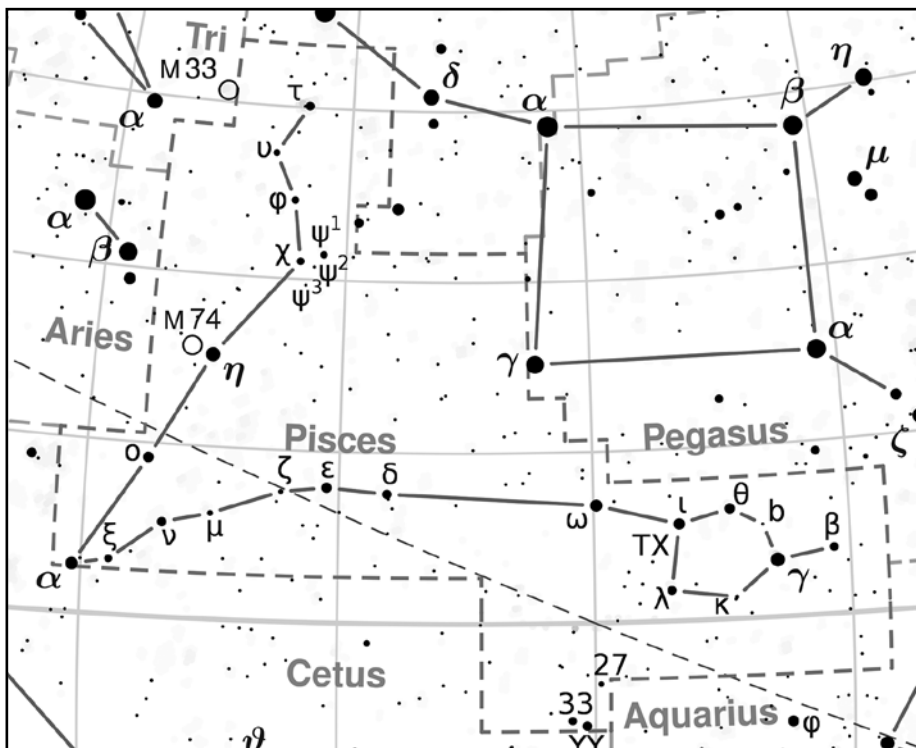


Fig. 1. Constelación de Piscis (<https://tinyurl.com/9hxsvuuc>).

dudas: «Detrás del Caballo que brinca [Pegaso] están dispuestos los dos Peces»; «la señal de reconocimiento del Pez más septentrional es el hombro izquierdo de Andrómeda, pues está muy próximo a ella» y «los lazos de las colas, con los que los Peces se juntan por los extremos, se reúnen ambos saliendo de las colas, se entremezclan por detrás de la cerviz de la Ballena, llegando a ser uno solo [α Piscium]; y terminan en una única estrella que está situada en la primera vértebra de la Ballena» (ARATO, Fenómenos 283. 246. 361-365). No se quejará, pues, el lector: si no acierta a ver dos peces en torno a Pegaso, al menos está claramente fijado su lugar en el cielo.

El origen de esta constelación zodiacal se remonta con seguridad a la astronomía mesopotámica, que veían en esta región celeste una pareja de animales unidos por un lazo: en el sudoeste SHIM-MAH, la «sublime golondrina» (pez, no pájaro, aclara An-



Fig. 3. Venus Anadiómena, obra de Tiziano, realizada hacia 1520 (<https://tinyurl.com/yck2ahpj>).

dré Le Boeuffe en su obra *Les noms latins d'astres et de constellations*, París, 2010, p. 181) y al nordeste, *anunitum*, «constelación de Anunit», diosa con cuerpo de pez, especie de Venus Anadiómena¹ (fig. 4). De hecho, los caldeos parece que denominaban al

pez boreal χελιδόνιαν ἰχθύν [chelonían ichthýn], es decir, «pez golondrina», que también está presente en la civilización cretense. Este registrador ignoraba paladinamente la existencia del pez golondrina (su nombre científico es *Dactylopterus volitans*) e imaginaba al piadoso pájaro representado en el cielo, identificando las dos cintas que unen a los peces en forma de 'V' con la cola en horquilla tan característica de las golondrinas. No negará el lector que mente calenturienta no le falta a este registrador; pero dígame si no es disculpable, puesto que entre las constelaciones babilónicas se contaba una llamada «Las Colas» que, al parecer, se transformó en parte de la actual Piscis, y otra de nombre «La Gran Golondrina», que incluía el pez occidental de Piscis, parte de Pegaso (ε, ζ, θ *Pegasi*) y α *Equulei*, la más brillante de *Equuleus*, el Caballito. E incluso ambas, La Cola y La Gran Golondrina se han interpretado como una constelación única, «La Cola de la Golondrina», que ha devenido en Piscis².

No abriga tantas dudas el registrador en lo que se refiere al nombre de la

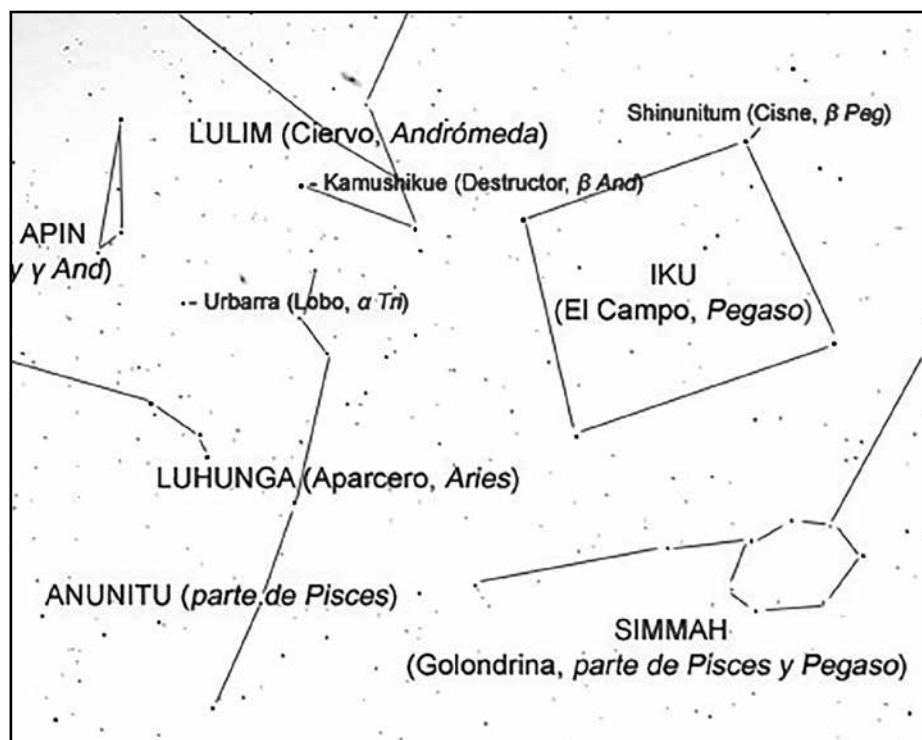


Fig. 4. La región de Piscis según los astrónomos mesopotámicos (<https://tinyurl.com/24bra9em>).

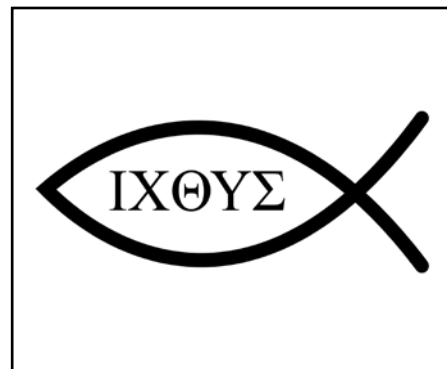


Fig. 5. El pez es un antiquísimo símbolo cristiano (<https://tinyurl.com/55w3h2vs>).

constelación, del que se ha de ocupar esta acta: οἱ ἰχθύες [*hoy Ichthýes*] es el término griego para designarla desde Eudoxo; *Pisces* o *Piscis*, el latino, con el mismo significado en los dos casos: los Peces.

ἰχθὺς ὕος [*Ichthýs ýos*], pez, pescado, origina en español toda una familia de términos científicos o técnicos, como ictiología, parte de la zoología que trata de los peces; ictioideo, semejante a un pez, es decir, de forma de pez; ictiosauro, reptil marino paleontológico con algunos rasgos de pez; Ictíneo, nombre dado por Narciso Monturiol al primer submarino de su invención y que significa pez-nave (ναῦς νεώς [*naus neós*], navío, barco); ictiófago, que se alimenta de peces... Aunque sea a título de erudición menuda, este escribano quiere dejar constancia del antiquísimo símbolo cristiano que es el pez. Esta representación de Cristo como Pez sagrado está relacionada con la palabra que nos ocupa. En efecto, ΙΧΘΥΣ [*ICHTHÝS*] es el acrónimo, formado por sus iniciales, de las palabras Ἰησοῦς Χριστός Θεοῦ Υἱός Σωτὴρ [*Iesous Christós Theou Yíos Sotér*], Jesús Cristo Hijo de Dios Salvador. Por ello, en los orígenes del Cristianismo, durante las persecuciones, el trazado de un pequeño arco en la arena, si era correspondido con otro arquito que lo cerraba, formando una silueta esquemática de un pez, servía de contraseña para identificarse como cristianos, como adoradores de Jesucristo, Hijo de Dios Salvador, el Pez sagrado (fig. 5). No

¹ El calificativo «Anadiómena», derivado del verbo griego ἀναδύομαι [*anadyomai*], salir, emerger, se aplica a Venus saliendo del mar, pues su nacimiento, como mujer ya adulta, se le representa así, brotando de la espuma del mar, por lo que puede imaginarse, con la tradición babilónica, como una diosa con cola de pez (fig. 3).

² Consulte el lector, si quiere más y mejor información, el artículo que Daniel Marín Arcones publicó sobre *Astronomía mesopotámica* en la antigua página de la Agrupación Astronómica de Gran Canaria: <https://tinyurl.com/2wrv9bjn>.

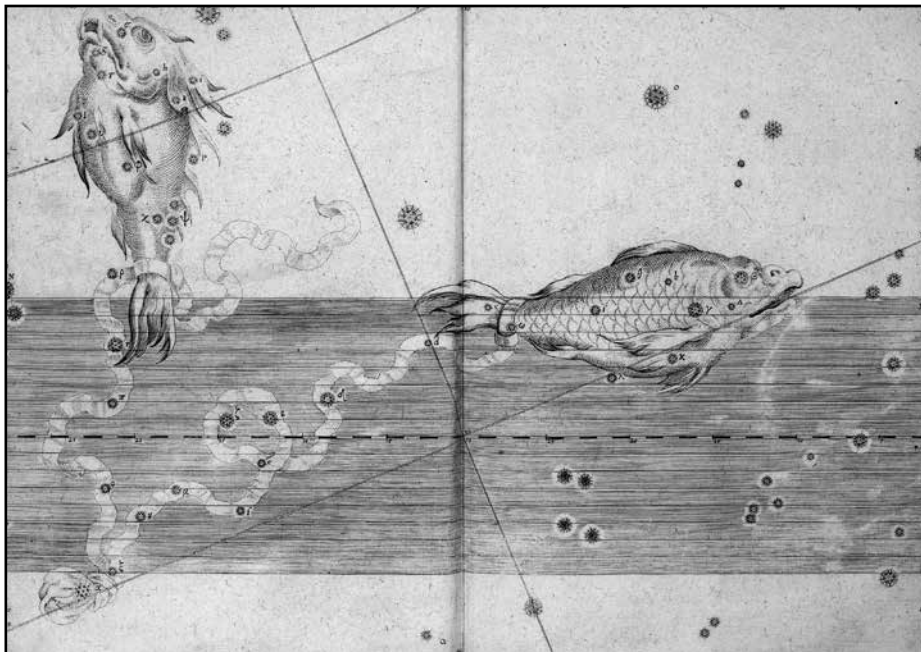


Fig. 6. La constelación de Piscis representada en la edición de 1661 de la *Uronometría* de Johann Bayer (<https://tinyurl.com/56wnkpf9>).

es cosa de hurgar en los parentescos nominales de cada uno de estos términos, porque sería una digresión impertinente: Χριστός [*Christós*], ungido, de donde Cristo, el Ungido de Dios, origina cristiano, crisma, aceite para ungir, y también cabeza, donde se aplica la unción, e incluso cretino, variante francesa de cristiano, como sinónimo de pobre cristiano, pobre hombre, inocente o bendito, que se aplicaba a quien padecía de idiocia hipotiroidea; Θεοῦ [*Theou*], Dios, de donde nacen teología, ateo, teocracia... ¡Pero no dijo que no iba a hurgar en...! ¡Tiene razón, paciente lector, no se hable más!

El nombre latino de la constelación es el plural de *piscis*, *-is*³, pez, pescado, cuya raíz está presente en muchos derivados latinos: *piscor*, *-ari*, *-atus sum*; *piscator*, *-oris*; *piscina*, *-ae*... y que originan, a su vez, toda la familia relacionada con pez: peje, pecera, pescar, pescado y pescador, pescadero, pesquero, piscicultura, piscifactoría..., e incluso, quizá, pesquis (cacumen, agudeza, perspicacia), derivado, así lo recoge el DRAE, de pesquisar (investigar) o de pescar. Y no resulta difícil de pescar por qué *pesquis* puede proceder de este último verbo.

A pesar de tratarse de una constelación de estrellas tan débiles que la hacen ser una de las menos brillantes del cielo, su estrella principal, α *Piscium*, tiene nombre propio, *Alrescha* o *Alrischa*. El nombre procede del árabe primitivo con el que se designaba una mansión lunar, *al-risha*, que significa cordón y también nudo, remanente, quizá, del cordón que unía a los dos peces del zodiaco babilónico más antiguo. Esta palabra árabe es traducción del griego σύνδεσμος [*sýndesmos*], atadura, lazo, que para designar a la estrella utilizan Hiparco y Tolomeo, y de δεσμός [*desmós*], con el mismo significado, término preferido por Arato y Gémino. Ambos nombres proceden del verbo δέω [*déo*], atar, sujetar. Los derivados castellanos, sobre todo científicos, son incontables: desmología y sindesmología (estudio de los ligamentos), desmopatía (enfermedad de los ligamentos), desmógeno, desmoplasia..., sindemia, sindesmosis (unión mediante ligamentos), telosíndesis, metasíndesis (enlaces y emparejamiento de cromosomas), y un largo etcétera. No faltan tampoco términos lingüísticos relacionados con la idea de unión o conjunción: asíndeton y polisíndeton (omisión o reiteración de conjunciones), síndesis, asíndesis (modo de hablar inconexo), etc. Pue-

de servir de corona y remate de tantos nombres la palabra diadema, cinta blanca que antiguamente ceñía la cabeza de los reyes como insignia de su dignidad, y que deriva de δια-δέω [*dia-déo*], atar por uno y otro lado, rodear, como indica la preposición διά [*diá*], a través de, de un lado al otro, enteramente (diálogo, diámetro, diagonal, diagnóstico, diatomea...).

Por supuesto, los autores latinos (Cicerón, Higino, Germánico) traducen literalmente del griego y llaman a la estrella que nos ocupa *Caelestis Nodus* (Nudo Celeste) o simplemente *Nodus*, pues *nodus*, *-i* significa, claro es, nudo, vínculo, lazo. No es de extrañar, pues, que a cada uno de los dos puntos de intersección del plano de la órbita de un cuerpo (planeta, asteroide, cometa...) con el plano de la eclíptica se le denomine nudo, pues no deja de ser un nudo en el que se unen y atan líneas celestes (fig. 7). Y nuestra estrella *Alrescha* bien puede llamarse Nudo Celeste porque no solo se enlazan en ella las cintas de los Peces, sino que también en esta región se cruzaban, al comienzo de nuestra era (el nacimiento de Jesús señala el comienzo de la era de Piscis, es decir, de Cristo, el Pez divino) eclíptica y ecuador celeste trenzando el nudo del punto equinoccial, que se desplazó desde Aries debido a la precesión.

El registrador se da cuenta de que está mezclando hilos y hebras de calañas distintas hasta atar un nudo punto menos que inextricable. Será mejor, pues, cortarlo aquí y cerrar esta acta, que ya ha cumplido su cometido. Así sea.

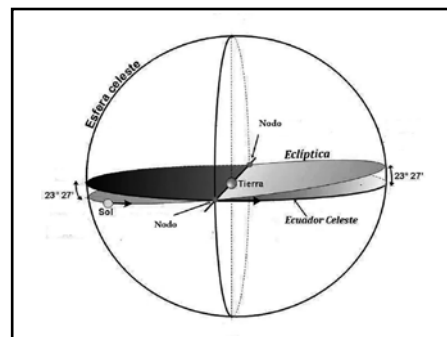
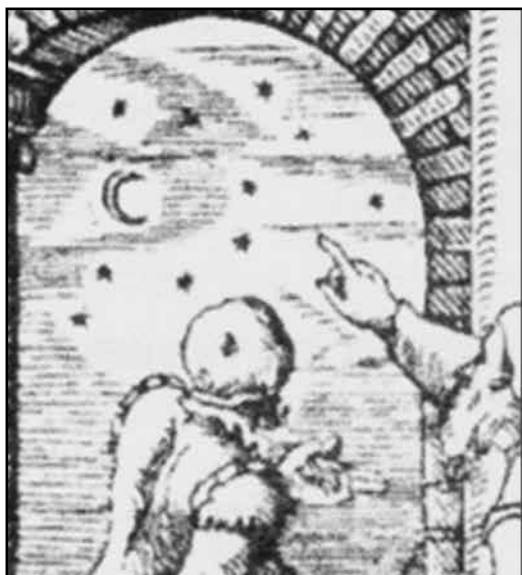


Fig. 7. Los nodos son los puntos de intersección del plano de la órbita de un cuerpo celeste con el de la eclíptica (<https://tinyurl.com/65y9jb3t>).

³ Sí, paciente lector, el plural de *piscis*, *-is* es *pisces* y también *piscis*. Así, Santiago Segura Munguía, en su *Diccionario etimológico latino-español* (Madrid, 1985), recoge en la entrada correspondiente la forma *Piscis*, *-ium*, m. pl.: *Piscis* [constelación]. Y con acendrada erudición se lo confirmó a este registrador Óscar Ramos, sabio latinista.



Doceo ergo sum

Ocurrencias variopintas a la hora de enseñar astronomía

Modelo de cráteres de impacto con harina y colacao

Ricardo Moreno Luquero
Colegio Retamar (Madrid)
rmluquero@gmail.com



La mayoría de cráteres del Sistema Solar no tienen origen volcánico, sino que son resultado de la caída de fragmentos sólidos del espacio sobre la superficie de los planetas y satélites, o sea, de impactos de meteoritos. Se ven muy bien en nuestra Luna, en Mercurio, en Marte y en muchos más objetos.

¿A qué velocidad impactan los meteoritos? Podemos hacer un cálculo aproximado en el caso de la Tierra. Teóricamente, si viniesen desde el infinito partiendo con velocidad cero, sólo atraídos por la gravedad de la Tierra, impactarían con una velocidad igual a la llamada velocidad de escape de nuestro planeta, que es:

$$v = \sqrt{G \frac{2M}{R}} = \sqrt{6.67 \cdot 10^{-11} \frac{2 \cdot 5.972 \cdot 10^{24}}{6.371 \cdot 10^6}} \cong 11 \text{ km/s}$$

Por otra parte, en su órbita alrededor del Sol, la Tierra viaja a una velocidad de:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 1.5 \cdot 10^8}{365 \cdot 24 \cdot 3600} \cong 30 \text{ km/s}$$

Y podría «atropellar» al meteorito, sumando las dos velocidades (de forma vectorial, claro). Como el impacto se puede producir de frente, de lado, etc., la velocidad de impacto se puede considerar entre unos 10 km/s y 40 km/s, que equivalen a 36 000 km/h y 144 000 km/h, que no está mal.

Dependiendo de la masa del meteorito y de su velocidad, los cráteres son más o menos grandes. Podemos clasificarlos en tres formas, de más pequeños a más grandes: pequeños, tipo bol de desayuno; con un pico central, que a veces es una cadena de montañas; y multianillo, con varios anillos concéntricos.

El meteorito suele arrancar material del interior del terreno, que sale proyectado a gran distancia dejando dibujados una especie de rayos. Ese material se llama eyecta.

Modelo

Podemos reproducir los cráteres de impacto con un sencillo modelo de harina y colacao (fig. 1). Veamos cómo.

Conviene recubrir el suelo con periódicos viejos o plástico de pintar, para no ensuciar el suelo.

Se toma un recipiente ancho y de poca profundidad, por ejemplo una bandeja de comedor, una tapa de caja de cartón de folios, o incluso el propio suelo (será más complicado recogerlo). Se pone dentro de la bandeja una capa de 2-3 cm de harina, distribuyéndola uniformemente con la ayuda de un colador. Se alisa la superficie con una regla.

Sobre la harina, se pone una fina capa de colacao, suficiente para que cubra la superficie blanca de la harina. Aquí es más necesario que antes hacerlo con la ayuda de un colador, para que quede uniforme.



Fig. 1. Preparación del material para la reproducción de cráteres de impacto con un modelo de harina y colacao.

El meteorito lo hacemos no con canicas u objetos similares, sino con una cucharada sopera llena de colacao en polvo. Desde una altura de unos 2 m se voltea y se deja caer el material. El material de nuestro meteorito es oscuro y, sin embargo, arranca una eyecta blanca del interior, que dejará marcas similares a los cráteres de impacto reales.

Se puede experimentar variando la altura desde la que se tira o la masa de los proyectiles. Si la capa de harina no es gruesa, se puede producir en el centro un pico central. Lo que no hemos conseguido reproducir son los multianillos, que se forman cuando la energía cinética es mucho mayor.

El cacao que usemos debe ser en polvo, lo más fino posible. Mi experiencia, sin ánimo de propaganda, es que el que mejor funciona es el Colacao tradicional.

Disparando al cielo

Paco Laiz

fralaiz@hotmail.com

Alberto Pisabarro

invisiblecolorsap@gmail.com

Ricardo Chao Prieto

ricardochao@gmail.com

César Blanco González

cesina@hotmail.com

Fernando Vélez Sánchez

fvelezsanchez@gmail.com



Paco Laiz

Aficionado desde niño a la astronomía y a la fotografía, Paco Laiz (León, 1947) aunó ambas pasiones cuando, hará seis u ocho años, compró su cámara Nikon que, además, podía acoplar al telescopio. Y desde entonces no ha dejado de disparar al cielo —también con el móvil—, principalmente —además de desde su casa— en actividades de la Asociación Leonesa de Astronomía —de la que forma parte desde 1988—, tanto en pueblos como en nuestro observatorio, en el Coto Escolar de la capital.

La Luna, la Vía Láctea, la Nebulosa de Orión o la región de Sagitario son sus objetivos más habituales... aunque no los únicos. ¿Que por qué hace fotos del cielo? Pues... porque disfruta..., ¿por qué si no?



La Luna

Imagen obtenida el 4 de marzo de 2021.

Cámara de teléfono móvil Samsung Galaxy S7 Edge, sobre ocular de telescopio dobson SkyWatcher extensible 8" (sin acoplamiento).



La Vía Láctea desde Almanza

Imagen de la Vía Láctea obtenida el 15 de agosto de 2020 desde Almanza (León).

Cámara Nikon D7200. 18 mm. ISO 1200. f/3.5. Exposición: 20 s.



Cometa Neowise

Imagen del cometa C/2020 F3 (NEOWISE) obtenida el 26 de julio de 2020.

Cámara Nikon D7200. 140 mm. ISO 1600. f/5.6. Exposición: 10 s.



La Vía Láctea desde Torrebarrio

Imagen de la Vía Láctea obtenida el 13 de agosto de 2020 desde Torrebarrio (León).

Cámara Nikon D7200. 18 mm. ISO 3800. f/3.5. Exposición: 18 s.



Nebulosa de Orión (M42)

Fernando Vélez Sánchez

Imagen obtenida en marzo de 2021 desde León.

Telescopio refractor SkyWatcher 72D sobre montura SkyWatcher EQ6-R. Cámara ZWO ASI 2600 MC y controlador ASIAIR. Sin filtros. 5 tomas de 600 s. 10 tomas de 30 s. Gain 0. Cielo Bortle 6.

vdB 152

César Blanco González

Telescopio refractor Takahashi FSQ 106 ED sobre montura Orion Atlas. Cámara QSI 583ws. Guiado: EZG-60 + Starshoot v2. Exposición: 37 tomas de 10 min en LUM, 12 tomas de 10 min en rojo, 12 tomas de 10 min en verde y 12 tomas de 10 min en azul. Filtros: Deepsky y Baader. Procesado: MaxIm DL, PixInsight y Photoshop CC. Calibración: flats, darks y bias.



Cúmulo de galaxias Abell 2151

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. Cámara SBIG STXL-16803 con set de filtros Baader LRGB. Programa: PixInsight 1.8. Tiempo de integración: 5 h.



Marte

Ricardo Chao Prieto

Imagen obtenida el 17 de octubre de 2020 desde Felechares de la Valdería (León).

Telescopio Celestron 925 CPC GPS. Cámara CCD ZWO ASI 224 MC Color. Procesada con AutoStakkert! y RegiStax 6.

Observación astronómica con prismáticos



José Bosch Bailach
Universitat de València
jose.bosch.bailach@icloud.com



Fig. 1. Muchas veces no se da a la observación con prismáticos toda la importancia que se debería (<http://tinyurl.com/2vbm5fn>).

La astronomía con prismáticos (fig. 1) siempre está de moda. La mejor manera de introducirse en el mundo de los astros una vez conocido el cielo nocturno a simple vista es explorarlo con unos binoculares: son nuestra primera ventana o puerta de entrada al vasto universo en que nos hallamos (fig. 2). Muchas veces no se les da toda la importancia que deberían porque el aficionado suele creer que un telescopio es la mejor manera de introducirse en la afición.

Los prismáticos tienen sus ventajas e inconvenientes, las cuales pasamos a enumerar. La más importante es la amplitud del campo de visión. Unas lentes de 10x50 tienen un campo de visión de aproximadamente 5° . Si tenemos en cuenta que el disco de la

luna, lo cual no es poca cosa. En los binoculares, la imagen es derecha y donde apuntamos los ojos es de donde proviene la luz, por lo que resultan muy intuitivos. Otra de las grandes ventajas es que miramos por los dos ojos; estos no tienen que adoptar ninguna postura forzada y es más relajado para los músculos oculares.

Para objetos de tamaño más bien pequeño, como planetas, galaxias y cúmulos globulares, los prismáticos no ofrecen tanto detalle como un telescopio, ya que esta clase de objetos requieren aumentos, característica de la que adolecen los prismáticos. No obstante, las galaxias y cúmulos vistos con lentes de 10x50 se ven en conjunto integrados dentro del firmamento, lo cual resulta una visión muy sutil, digna y que no hay que perderse.

Luna llena es de aproximadamente 0.5° , quiere decir que en el campo de los prismáticos nos cabrían unas 10

El tipo de binocular más adecuado para el astrónomo depende de muchos factores. Varios autores conocidos,



Fig. 2. Una vez conocido el cielo nocturno a simple vista, explorarlo con prismáticos es la primera puerta de entrada al universo. Foto: Rafael Matías.

como Gary Seronik, son partidario solo de instrumentos pequeños, como unos 10x50, dado que la infraestructura necesaria para observar es escasa. Este tipo de lentes no necesita de apoyo extra si se va a realizar una observación esporádica. En cualquier caso, recomendamos siempre un trípode y una montura. Los binoculares de 10x50, 12x56, 15x70 y 25x100 marcan un amplio abanico en cuanto a tamaños y aumentos y son muy adecuados para hacer astronomía (fig. 3). Creemos que este rango puede resultar muy útil al astrónomo aficionado para que sea consciente de lo que puede dar de sí la óptica y, a su vez, sirva de ayuda a la hora de escoger unos binoculares. Teóricamente con lentes de 50 a 100 mm podemos abarcar objetos entre las magnitudes 10 y 12, lo cual nos da unas enormes posibilidades de observación.

Prismáticos porro y roof

Por el término —es costumbre referirse a ellos en plural: «prismáticos»—, se entiende el dispositivo óptico formado por prismas, que producen reflexión total interna de la luz, y lentes, capaces de enfocar y aumentar el tamaño de las imágenes. Las lentes convergentes, a diferencia de las usadas en los anteojos de teatro, producen siempre imágenes invertidas. La función de los prismas es producir una imagen derecha del objeto; así, al movernos por ejemplo hacia arriba,



Fig. 3. Hay un amplio abanico de prismáticos para astronomía (<http://tinyurl.com/4z7wt4vm>).

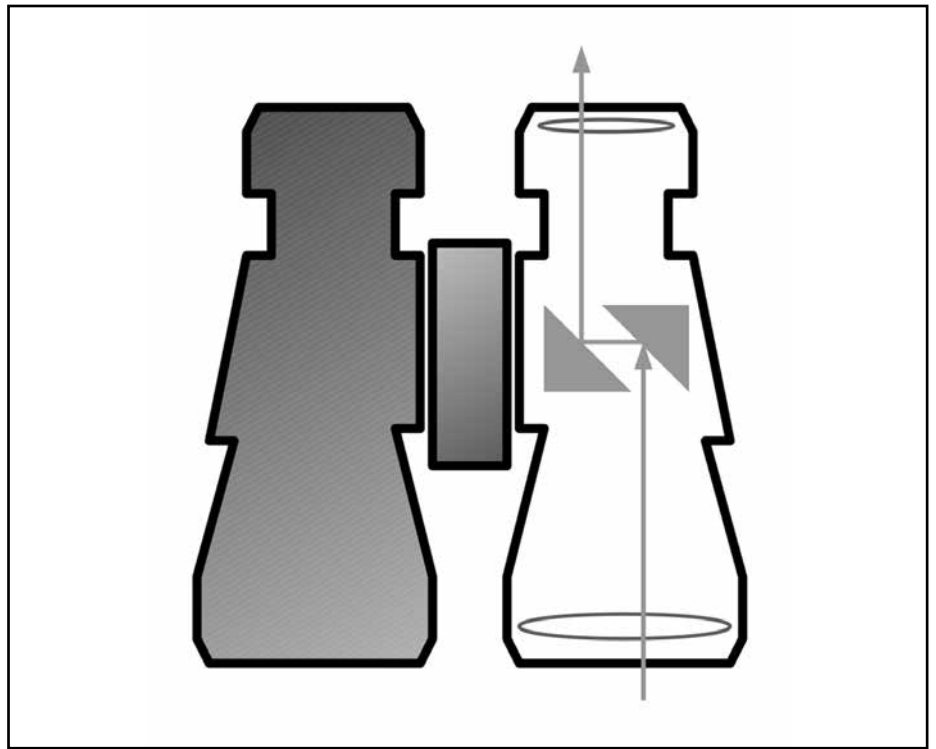


Fig. 4. Corte longitudinal esquemático de unos prismáticos porro.

las imágenes se desplazan hacia abajo, algo que de manera natural ocurre cuando miramos con nuestros ojos. Los prismáticos, pues, participan de la intuición de una visión natural de los objetos. Para conseguirlo, los prismas pueden disponerse en dos configuraciones ópticas, conocidas como porro y roof, o techo en castellano.

Los prismáticos porro (fig. 4) son fácilmente reconocibles ya que el eje óptico de los oculares (donde situamos los ojos para observar) no está en la misma dirección que el eje óptico de los objetivos (por donde entra la luz). La luz, en su recorrido dentro del prismático, hace un zigzag. En los prismas techo no ocurre eso; la luz hace un recorrido diferente y las direcciones de entrada y salida son las mismas. Para uso astronómico, por regla general se recomiendan los prismáticos de prisma porro ya que la pérdida de luz es inferior a los de techo. Para evitarlo, estos últimos han de poseer lo que se denomina corrección de fase, que permite compensar la pérdida de luz por las reflexiones internas.

Especificaciones ópticas de los binoculares

En cuanto a los aumentos y tamaño del objetivo, todos los prismáticos han

de llevar escrito en la carcasa, como mínimo, unos números de la forma, por ejemplo, 7x50, 10x50, 15x70 o 25x100, entre otros. El primer número se refiere a los aumentos del aparato y el segundo al tamaño del objetivo en milímetros. Por lo tanto, unos prismáticos de 7x50 significa que tienen 7 aumentos y su objetivo, las lentes más grandes, es de 50 mm. Por aumentos podemos tomar con bastante aproximación un aumento de tipo lineal, es decir, un objeto que se encuentre a 700 m, al verlo con unos prismáticos de 7x, lo veríamos como si estuviera a 100 m ($700/7$). Cabría pensar, pues, que, a mayor aumento, veríamos los astros más cerca y, por lo tanto, mejor, pero esto no siempre es cierto. Al aumentar el tamaño de los objetos, si estos son poco luminosos, sus imágenes aún aparecerán más débiles porque su luz se reparte en un área mayor. Lo que interesa es recolectar cuanto más luz mejor, ya que los objetos se verán mejor definidos, es decir, con un tamaño de objetivo mayor. Unos prismáticos de 70 mm son más luminosos que unos de 50 mm, aunque entran en juego otros factores que se deben considerar.

Otro de los datos a tener en cuenta, y que no siempre viene especificado, es el campo de visión en grados, FOV (*Field Of View*), por sus siglas en in-

Prismáticos	Magnitud límite
7x50	9.5
10x50	10.0
15x70	11.0
20x80	11.4
25x100	11.8

Tabla 1. Magnitud límite de distintos prismáticos.

glés. Existen dos tipos de campo de visión, el campo verdadero y el aparente. El campo de visión verdadero no es más que el tamaño angular de cielo que abarcan los prismáticos al mirar por ellos. Algunos modelos lo especifican de manera indirecta, dando por ejemplo los valores '122 m / 1000 m'. Esto significa que si viéramos un gran edificio a 1000 m de distancia, dentro del campo de visión nos cabrían 122 m de su altura o anchura. Con estos datos, un simple ejercicio trigonométrico nos da que el campo de visión verdadero de estos prismáticos es de unos 7°.

La pupila de salida es un valor que no lo especifican los prismáticos, pero su cálculo es fácil y permite saber la cantidad de luz que sale por los oculares y que, en última instancia, entra en nuestros ojos a la hora de observar. Se obtiene dividiendo el diámetro entre los aumentos. Así pues, unos prismáticos de 12x60 tienen una pupila de 5 mm (60/12). El disco de luz que sale por los oculares de los prismáticos debería tener un diámetro, en este caso, de 5 mm. No obstante, este es el valor teórico, el cual puede diferir del valor real. El ojo humano, una vez adaptado a la oscuridad, dilata su pupila hasta los 7 mm; por eso unas lentes muy recomendables son las de 7x50, pues su pupila es de 7.14 mm (50/7), y toda la luz que sale la recoge el ojo. No obstante, el diámetro pupilar no es constante a lo largo de la vida de la persona, y tiende a dis-

minuir con la edad, y sobre los 40-50 años se reduce a los 5 mm o menos.

¿Cuál es el objeto más débil que podemos observar?

El brillo de los astros se mide en unas unidades denominadas 'magnitudes'. Nuestro ojo percibe el brillo estelar, no de manera proporcional a su brillo, sino más bien de manera logarítmica; es decir, una estrella que brille con el doble de intensidad, nuestro ojo no la percibirá como el doble de brillante. Se suele tomar como referencia visual la estrella Vega, cuya magnitud visual es 0. A partir de ahí, al aumentar la magnitud una unidad la estrella brilla 2.51 veces menos. Si dos estrellas se diferencian en 5 magnitudes, significa, pues, que la más luminosa es 100 veces más brillante que la menos luminosa. Dependiendo de los binoculares que utilicemos, la magnitud límite varía (tabla 1).

¿Qué podemos observar con binoculares?

A la hora de observar, los prismáticos ofrecen un amplio abanico de posibilidades. Los cúmulos abiertos, dado su

tamaño angular, son objetos de cielo profundo idóneos; las Pléyades resultan preciosas enmarcadas en un cielo oscuro. Los cúmulos globulares son siempre más pequeños y compactos; los más grandes, como M13 en Hércules y M22 en Sagitario son espectaculares con unos sencillos 10x50. Los asterismos son también muy sugerentes, como el de la 'Percha' o la 'Cascada de Kemble', en Vulpecula y Camelopardalis respectivamente. Las estrellas dobles son a veces las olvidadas en astronomía con binoculares, puesto que con 10x50 podemos desdoblar estrellas con separaciones angulares de 30"; Albireo (β Cygni) se separa con facilidad con 10 aumentos. Las nebulosas más grandes, como M42 en Orion o M27 en Vulpecula también merecen una visita. No hay más de una docena de galaxias que merezcan un vistazo, como la pareja M81-M82, en la Osa Mayor, o M31 en Andromeda. De los planetas, quizá merezca la pena hacer un seguimiento de las lunas de Júpiter y de las fases de Venus. Y, cómo no, mención a parte merece la Luna (fig. 5), el astro con el que debería empezar cualquier aficionado a observar el cielo.



Fig. 5. La Luna es el astro con el que debería empezar cualquier aficionado a observar el cielo. Foto: Paco Laiz.

Difunde, que algo queda

Breve Guía del Cosmos

Miguel Ángel Pugnaire Sáez
miguelps89@gmail.com



De pequeño dedicaba muchas horas en las noches de verano a mirar al cielo; apenas lo conocía, pero me encantaba. Hace diez años me compré un Dobson de 12 pulgadas y todo cambió: me abrió las puertas a un universo enorme. La astronomía me invadió y se convirtió, durante mucho tiempo, casi en una obsesión, en una necesidad que me llevó a observar sin descanso, a dibujar, a recopilar información... De este 'fanatismo' surgió mi primer libro, en el que plasmé todo lo que me habría gustado conocer cuando comencé. Esta pasión me llevó, unos años después, a construir el Complejo Astronómico «Los Coloraos» en Granada, el lugar donde finalmente pude compartir con otras personas esta afición.

Breve Guía del Cosmos es un 'pasaje' para 'viajar' a otros mundos de manera sencilla y amena, un libro capaz de ofrecer cientos de horas de disfrute al astrónomo novel, a aquel que quiere introducirse en esta maravillosa disciplina; pero también el astrónomo empedernido encontrará datos desconocidos, objetos que no solemos observar con frecuencia y, al fin y al cabo, una forma de reavivar la chispa en sus 'viajes siderales'. He tratado de plasmar la experiencia de pasar una noche (muchas noches) al raso, al pie de un telescopio, pero prestando atención también a objetos que podemos disfrutar con prismáticos e incluso a simple vista, la astronomía romántica que cada vez amenaza más con extinguirse.

En este libro no se encontrarán impresionantes fotografías: no hay ni una.



En su lugar, cada objeto mencionado cuenta con un dibujo astronómico hecho tras el ocular con lápiz sobre papel. Hace muchos años fui consciente de que esta era la manera en la que mejor retenía lo que acababa de disfrutar. Así, el lector puede hacerse una idea de lo que podrá encontrar cuando descubra esas nebulosas, galaxias y cúmulos, que en fotografías pueden hacer que tengamos una perspectiva muy distinta a la que luego percibiremos en la práctica. Eso sí, no basta con asomarse a un ocular y mirar rápidamente lo que hay al otro lado: debemos ser pacientes y dedicar el tiempo necesario, sin ninguna prisa.

Las páginas de *Breve Guía del Cosmos* se dividen en dos partes bien diferenciadas. En la primera se aportan nociones teóricas sobre la geografía

del universo, la vida de las estrellas o la estructura y la historia del Sistema Solar. Una vez tenemos estos conceptos claros, es el momento de salir a cielo abierto y hacer uso de la segunda parte, que se desarrolla en varias secciones según la estación del año. El lector, si es astrónomo primerizo, se sentirá arropado y con la confianza suficiente para surcar los cielos a través de las constelaciones, con infinidad de curiosidades y datos, y la ayuda, además, de unos mapas al final de cada capítulo.

Breve Guía del Cosmos es un 'viaje' sencillo pero completo, fascinante y asombroso, que hará que el lector quede perdidamente enamorado del cielo, ya sea un 'turista' ocasional o un asiduo caminante de las estrellas atrapado entre tanta luz.

Tecnología española en Marte (y II)

María Ruiz-Pérez
maria.ruizperez@cab.inta-csic.es



Jorge Pla-García
jpla@cab.inta-csic.es

Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)

Instrumentación española en Marte

La comprensión del entorno de un planeta conlleva el entendimiento de su atmósfera y topografía. De estas dos partes del planeta interrelacionadas, entender la atmósfera es clave para permitir que toda misión desarrolle su cometido. Y es que en la atmósfera de un planeta se producen fenómenos físicos, algunos de ellos aún por descubrir, que no solo condicionan las capas de aire bajo el dominio de la gravedad del planeta, sino también su superficie. Entre estos fenómenos se encuentran los *dust devils*, que son remolinos de polvo, y tormentas de polvo globales, como la ocurrida en 2018, que cubrió todo el planeta durante cuatro meses (fig. 1), y que puso fin a la misión del rover *Opportunity*. El culpable de la pérdida de comunicación con la misión fue el polvo de la tormenta, que se depositó en sus paneles solares, bloqueando la radiación solar a partir de la cual extrae la energía que debía recargar sus baterías. Sucesos de este tipo hacen que la instrumentación española de a bordo de los protagonistas de este artículo cobre un protagonismo mayor (fig. 2).

En el rover *Curiosity* la instrumentación española consiste en un conjunto de dispositivos que conforman una estación meteorológica denominada *REMS (Rover Environmental Monitoring Station)*. Este proyecto español, dirigido por Dr. Javier Gómez-Elvira, está liderado por el Centro de Astrobiología (CAB) e incluye al Instituto Meteorológico Finlandés como socio. A partir de los datos observacionales de *REMS* se llevan a cabo una eva-

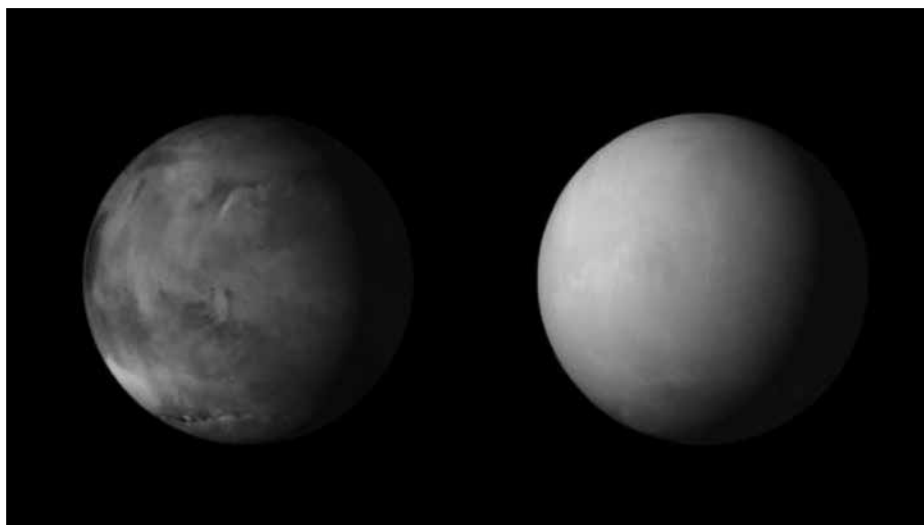


Fig. 1. Tormenta global de polvo en Marte entre mayo y septiembre de 2018. Imágenes capturadas con la cámara *Mars Color Imager (MARCI)* a bordo del orbitador *NASA's Mars Reconnaissance Orbiter (MRO)*. Foto: NASA/JPL-Caltech/MSSS.

luación de la velocidad y dirección de los vientos, la presión atmosférica en superficie, la humedad relativa, las temperaturas del aire y del suelo y la radiación ultravioleta. Esta estación está constituida por un conjunto de dispositivos entre los cuales los sensores de viento, temperaturas del aire y suelo y humedad están localizados en dos botavaras situadas en el mástil principal de *Curiosity*. Lamentablemente uno de los dos sensores de viento que se embarcaron se estropeó en el aterrizaje del rover al ser golpeado, supuestamente, con alguna pequeña roca eyectada desde el suelo por efecto de los retrocohetes.

En el caso del aterrizador *InSight*, la estación meteorológica se denomina *APSS (Auxiliary Payload Sensor Subsystem)* y está conformada por sensores que miden el campo mag-

nético, la presión atmosférica (*PS*), la temperatura del aire y la dirección y velocidad del viento (*TWINS, Temperature and Wind Sensors*). Los sensores de *TWINS* son tecnología española, y consisten también en dos botavaras similares a *REMS*, para hacer las mediciones de viento (dirección y velocidad) y temperatura (fig. 3). El investigador principal del instrumento es Dr. José Antonio Rodríguez Manfredi. Los objetivos de *TWINS* se enmarcan dentro de sus fases en la misión: durante la fase de puesta en marcha (los primeros 40-60 soles), *TWINS* caracterizó el entorno térmico y patrones de viento, para determinar las mejores condiciones y momento para realizar el despliegue del resto de instrumentos. Después, tras el despliegue de los mismos, *TWINS* registró los vientos, descartando falsos positivos de eventos sísmicos.



Fig. 2. Botavara de *TWINS*, formado por dos dispositivos idénticos que alojan los sensores de viento y temperatura del aire. Estos fueron originalmente los modelos de repuesto (*spare*s) del instrumento de vuelo *REMS*, desarrollado por Airbus (Tres Cantos) y que está instalado a bordo el rover *Curiosity*. Una vez que fue lanzado el *Curiosity*, los de repuesto fueron rediseñados y calibrados exhaustivamente, optimizando así las prestaciones científicas de sus medidas para la misión *InSight* (<https://bit.ly/3NZZNcG>).

micos. La última fase consiste en comparar y correlacionar los datos ambientales registrados con los obtenidos por *REMS* en el cráter Gale, permitiendo validar modelos ambientales a diferentes escalas, y entendiendo mejor los procesos atmosféricos marcianos.

Y por último, al menos de momento, la tercera estación meteorológica española en Marte está a bordo del rover *Perseverance*. Nuevamente el CAB es el centro que lidera este proyecto, también español, y siendo también el investigador principal Dr. José Antonio Rodríguez Manfredi. Está

constituida por un conjunto de sensores distribuidos entre el mástil y el cuerpo de *Perseverance*. En conjunto dan lugar a una estación denominada *MEDA* (*Mars Environmental Dynamics Analyzer*), mucho más completa que sus predecesoras, la cual realiza mediciones de las mismas magnitudes físicas. Pero, además, y como novedad, está capacitada para medir las diminutas partículas que hay en el aire marciano (aerosoles), así como la influencia del polvo y el hielo sobre la luz solar que llega a la superficie. Con *MEDA* se pretende contribuir a los estudios de la dinámica atmosférica comenzados con las estaciones *REMS* y *TWINS*. Para ello cuenta con botavaras similares, aunque más grandes, colocadas en el mástil vertical principal siguiendo la línea de los casos anteriores. Pero *MEDA*, haciendo uso de su cámara *SkyCam* y a diferencia de sus predecesoras, está capacitada para entender más y mejor cómo el polvo se comporta ante los cambios ambientales y cuándo sus propiedades cambian, así como en qué grado y de qué forma afecta a los sistemas de ingeniería. El polvo es el protagonista principal de la atmósfera de Marte. Hace el papel de importancia que realiza el vapor

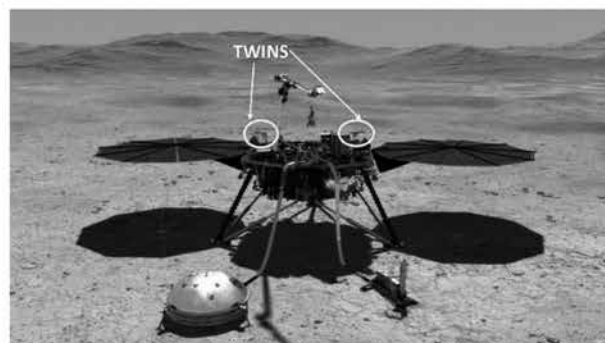
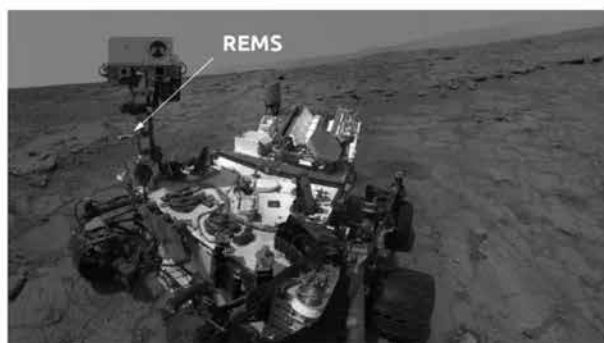


Fig. 3. Rover *Curiosity*, aterrizador *InSight* y rover *Perseverance*, destacando la colocación de los instrumentos meteorológicos españoles en ellos. Foto: NASA.

de agua en la atmósfera de la Tierra. Su estudio es fundamental ya que el polvo en suspensión tiene la capacidad para cambiar el estado térmico de la atmósfera. Además, durante las tormentas de polvo puede dificultar la visión, bloquear la radiación solar de paneles solares y aumentar drásticamente la velocidad de los vientos. Por eso es vital su estudio exhaustivo de cara a la exploración humana del planeta rojo. El accidente que sufrió uno de los sensores de viento de *REMS* durante su aterrizaje ha propiciado que *MEDA* haya estado más protegido durante esta arriesgada fase de la misión. La botavara más larga de *MEDA*, donde se encuentran los sensores de viento, se ha mantenido protegida gracias al sistema de despliegue, apodado como «la navaja», con el que se salvaguardó durante el viaje y aterrizaje.

Entornos bajo exploración

Actualmente por medio de estos robots se están pudiendo explorar tres entornos muy diferentes entre sí: el cráter *Gale*, la planicie *Elysium Planitia* y el cráter *Jezero*.

Gale es un cráter con una edad estimada entre 3500 y 3800 millones de años, con un diámetro de aproximadamente 154 km y una profundidad de unos 4500 m. Su pico central, denominado *Aeolis Mons*, se encuentra rodeado de una acumulación de sedimentos, lo que supone una característica inusual en rasgos orográficos de este tipo. En este entorno aterrizó el rover *Curiosity* el 6 de agosto de 2012 y desde entonces sigue operativo y desplazándose por él. El interés que despierta no hace más que crecer y es que *Curiosity* ha demostrado que el cráter *Gale* es un antiguo lago. Asimismo, dentro del cráter, el tiempo meteorológico es complejo, resultado de las diferentes escalas: global, regional (donde está embebido el cráter) y local de las paredes del cráter en sí mismo. Además, se ha detectado metano, lo cual fue contrastado con la detección del mismo que hizo en 2004 el orbitador *Mars Express*. Pero con *Curiosity* se ha descubierto que parece variar estacionalmente, aunque no se puede confirmar hasta que sean realizadas más observaciones. Y aunque la sonda *ExoMars*

TGO, que llegó en 2016 con el objetivo principal de encontrar metano, no lo ha detectado hasta el momento, la medición de *Curiosity*, aunque en cantidades extremadamente pequeñas, (7ppb, siete partes por mil millones en volumen) son indicativo, una vez más, de lo propicio que es el cráter *Gale* para ser estudiado.

A unos 550 km al norte del cráter *Gale*, en la planicie *Elysium Planitia*, aterrizó el 26 noviembre de 2018 la sonda *InSight*. Este lugar de aterrizaje se localiza entre el monte *Elysium* y la gran dicotomía de Marte. Se trata de un área plana que se corresponde al hemisferio norte del planeta en el que la cantidad de cráteres es mucho menor que la del hemisferio sur, de lo cual se infiere que se trata de un terreno más joven que el cráter *Gale*.

Jezero (cuyo significado en lenguas eslavas es lago) es un cráter con una edad estimada aún no aclarada pero en el que los rasgos orográficos analizados entre los que se encuentra, se estima que tienen edades entre 3000 y 4100 millones de años, época clave para estudios astrobiológicos, ya que es la época en la que surgió la vida en la Tierra. *Jezero* tiene unos 45 km de diámetro y está ubicado en el borde occidental de una llanura llamada *Isidis Planitia* en el norte del ecuador marciano. Este fue el entorno en el que aterrizó el rover *Perseverance* el día 18 de febrero de 2021. El lugar de aterrizaje queda a unos 3700 km del rover *Curiosity* aproximadamente. Se piensa que *Jezero* forma parte de un antiguo sistema lago-delta y por el que se vio inundado cuando en el planeta había agua líquida. Esta hipótesis es hasta la fecha en la que se funda-

menta la historia de este cráter, y por la cual se considera un lugar idóneo para la preservación de moléculas orgánicas y otros signos potenciales de vida microbiana a partir del agua y sedimentos que fluyeron hacia el cráter hace miles de millones de años. En concreto, las arcillas (filosilicatos) preservan muy bien la materia orgánica y puede que hayan sido un escudo contra agentes destructores (como la radiación UV o la oxidación por cloro presente en las sales de perclorato). Por ello se considera un lugar idóneo para el cometido de *Perseverance*.

El futuro de la exploración de Marte

No nos cabe duda de que, algún día, un humano pisará Marte y, tras él, muchos más. No nos cabe duda de que veremos germinar plantas en Marte. No nos cabe duda de que construiremos bases humanas en Marte. Pero somos realistas en cuanto a los plazos en los que estos hitos se conseguirán. Pensamos que no veremos un humano sobre la superficie del planeta rojo hasta, al menos, la década de los 40 (fig. 4). Hay problemas relacionados con esto, sin un avance prometedor en su resolución, como son las condiciones hostiles y extremas a la que se han de someter los futuros astronautas en su viaje al planeta rojo y durante su período de exploración sobre la superficie marciana. Solo en lo que respecta a la atmósfera queda aún mucho que estudiar y se necesita conseguir más cobertura espacial en superficie marciana para ello. Por tanto, esperamos tener muchas más estaciones meteorológicas en Marte en años próximos y que España siga siendo líder en el estudio de su dinámica atmosférica.



Fig. 4. Los autores están convencidos de que el ser humano pisará Marte, aunque no creen que sea antes de la década de 2040. Foto: NASA/JPL.

¿Qué es una estrella? (I)



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

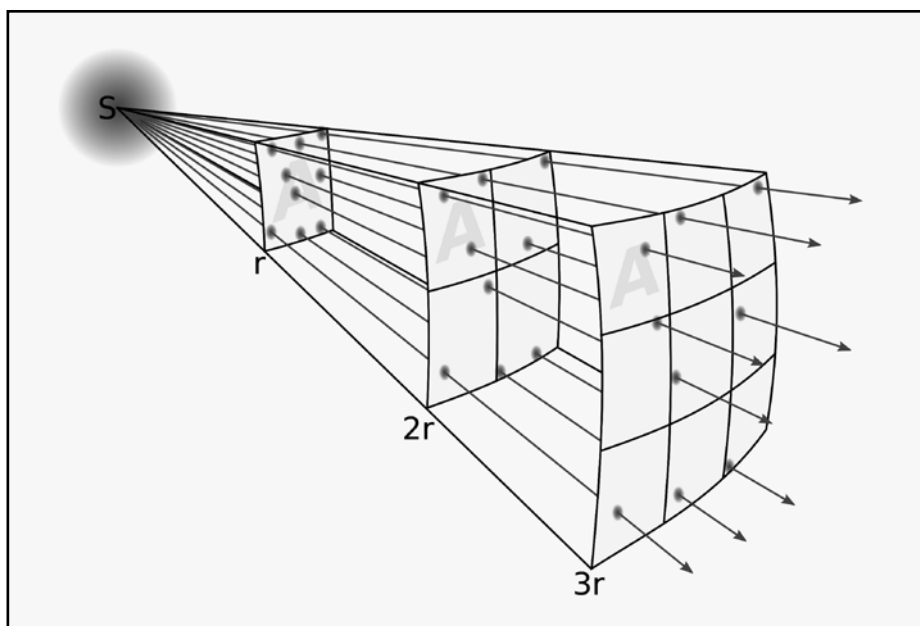


Fig. 1. Cuanto más cerca estamos de una estrella, mayor es su brillo. (<https://tinyurl.com/3aa7w52x>).

¿Alguna vez os habéis preguntado que es una estrella?

Todos sabemos de manera intuitiva lo que es una estrella pero, ¿sabríamos contestar con rigor científico a esta pregunta en unas pocas líneas?

En este artículo vamos a explorar la física que rige estos astros y, de esta manera, poder contestar a la pregunta de manera breve y rigurosa.

En las noches de cielo despejado, cuando dirigimos nuestra mirada al cielo, vemos el brillo de las estrellas. El brillo que vemos, o percibimos, es el «flujo» luminoso que nos llega desde donde se encuentra la estrella hasta nosotros. Y este flujo o brillo podemos definirlo como la energía recibida por unidad de tiempo y área.

Si estamos más cerca de la estrella nos llegará más brillo, y si estamos más lejos, menos (a mayor distancia, mayor área, y menor flujo nos llega, fig. 1).

Sin embargo, la energía que emite la estrella por unidad de tiempo se denomina «luminosidad», y es intrínseca a la propia estrella, es decir, no depende de la distancia a la que la observemos.

En consecuencia, la luminosidad es la energía que irradia la estrella por unidad de tiempo, y el flujo o brillo es la energía que nos llega cuando la estamos observando a una determinada distancia. Cuanto más lejos nos encontremos de la estrella, menor será la energía que nos llega y viceversa. Un ejemplo de esto podemos verlo cuando miramos al Sol. Aunque el

Sol es una estrella relativamente pequeña, nos llega de él una enorme cantidad de flujo (o brillo); y de estrellas con varias veces la masa del Sol, situadas a mucha distancia, solo nos llega un tenue brillo que únicamente podemos distinguir en la noche, cuando el cielo está muy oscuro.

Para cuantificar cómo de brillante es una estrella, usamos el concepto de «magnitud». Este concepto lo introdujo Hiparco de Nicea (fig. 2) en el siglo II a.C. Hiparco hizo una escala de brillo del 1 al 6, estableciendo que las estrellas de magnitud 1 eran las más brillantes, y las de magnitud 6, las más débiles.

En nuestros días, la idea de Hiparco se ha mantenido viva, pero se ha perfeccionado matemáticamente su definición. El concepto que utilizamos



Fig. 2. Hiparco de Nicea, dibujo de Louis Figuier en 1886 (<https://tinyurl.com/4v696wku>).

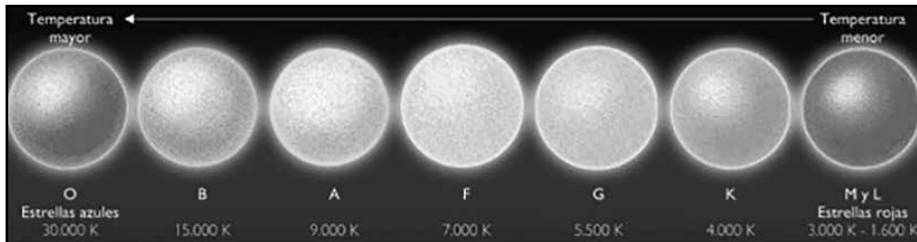


Fig. 3. El color de la luz emitida varía en función de la temperatura efectiva de la estrella: más azulada cuanto más caliente y más rojiza cuanto más fría (<https://tinyurl.com/n5swz3v9>).

actualmente es el de «magnitud aparente», y nos define la cantidad de brillo que percibimos de una estrella desde la Tierra en la *banda X* (nos referimos al brillo en un determinado intervalo o franja de longitudes de onda del espectro electromagnético; no todos los astros brillan igual en las mismas longitudes de onda). Es interesante su expresión matemática:

$$m_x = -2.5 \cdot \log_{10}(F_x) + C$$

Es una expresión adimensional, donde F_x es el brillo en la banda X , y C una constante que depende de las unidades del flujo y la banda.

Como podemos observar, la expresión tiene un signo negativo, por lo que la escala es inversa. Las estrellas con menor magnitud aparente son más brillantes y a la inversa.

También podemos ver como el brillo o flujo se rige por una función logarítmica en base 10. Para que nos demos cuenta de como afecta la función logarítmica del brillo a la magnitud, enunciemos un pequeño ejemplo: una estrella 5 magnitudes mayor (por el signo negativo sería -5) que otra, equivale a que es 100 veces más brillante.

Como hemos dicho anteriormente, el brillo que percibimos depende de nuestra distancia a la estrella. Sin embargo, en astronomía y astrofísica necesitamos comparar de manera absoluta si una estrella es más brillante que otra, sin importar la distancia a la que nos encontremos de ellas. Por este motivo surge el concepto de «magnitud absoluta» (M_x) y se define como la magnitud que tiene una estrella a una distancia de 10 parsecs (32.6 años luz) en una determinada banda o filtro (intervalo de longitud de onda) del espectro (normalmente medida en el filtro V , cuyo pico de transmisión está en los 550 nm).

Relacionando magnitud aparente y magnitud absoluta, obtenemos una herramienta poderosa para la astronomía y la astrofísica denominada «módulo de la distancia». La expresión matemática que relaciona ambas magnitudes es la siguiente:

$$m_x - M_x = -5 + 5 \cdot \log_{10}(D)$$

en donde D es la distancia desde la tierra a la estrella.

Esta expresión, como hemos dicho, se denomina módulo de la distancia, y es de gran importancia, pues ella representa una de las técnicas más usadas por físicos y astrónomos para conocer a qué distancia se en-

cuentra una estrella o una galaxia de nosotros.

Haciendo un poco de álgebra podemos despejar la distancia y representarla por la expresión:

$$D = 10^{(m-M+5)/5}$$

La magnitud aparente podemos obtenerla con la técnica denominada fotometría, mediante una CCD y un sistema de filtros de color estándar, lo que constituye un sistema fotométrico.

Pero analicemos con un poco de detalle como con esta expresión matemática, y con las colosales explosiones estelares denominadas «supernovas Ia», podemos obtener la distancia a la que se encuentra una galaxia de nosotros.

Las supernovas del tipo Ia son provocadas por el colapso de un sistema binario formado por una enana blanca y una estrella masiva. Este tipo de supernovas tienen la característica de que siempre tienen la misma magnitud absoluta, y esta es $M_b = -19.3$.



Fig. 4. En fotografías de regiones de formación estelar se pueden apreciar los distintos colores de las estrellas. Foto: Fernando Vélez.

CLASIFICACIÓN ESTELAR		
TIPO	COLOR Y TEMPERATURA	
O	Estrellas azules violáceas De 25.000 a 50.000 grados Imagen: Alnitak	
B	Estrellas azules De 11.000 a 25.000 grados Imagen: Rigel (B8)	
A	Estrellas azul pálido (cian) De 7.500 a 11.000 grados Imagen: Sirio	
F	Estrellas amarillo pálido De 6.000 a 7.500 grados Imagen: Canopo	
G	Estrellas amarillas De 5.000 a 6.000 grados Imagen: el Sol	
K	Estrellas anaranjadas De 3.500 a 5.000 grados Imagen: Epsilon Eridani	
M	Estrellas rojas Menos de 3.500 grados Próxima Centauri	

Fig. 5. Clasificación de las estrellas por su tipo espectral (<https://tinyurl.com/mrzfhcwm>).

Independientemente de en qué lugar del cosmos sucedan estas supernovas, como siempre es constante su magnitud, las denominamos «candelas estándar» en el universo.

Con el módulo de la distancia, y como conocemos su magnitud absoluta, midiendo por fotometría desde la tierra su magnitud aparente es inmediato obtener a qué distancia se encuentra de nosotros esa supernova.

También existen bases de datos que nos dan la magnitud absoluta de muchas estrellas catalogadas y calculadas por el satélite Hipparcos de la ESA.

Esta ecuación también puede ser utilizada de manera inversa, es decir, si conocemos la distancia a una estrella, y obtenemos su magnitud relativa por fotometría, podemos calcular su magnitud absoluta; y así, mediante modelos, obtener las características físicas de las estrellas.

Existen muchos más métodos para calcular distancias en el universo, tanto de estrellas como de galaxias: método de la paralaje, método de las Cefeidas, y otros métodos de la disciplina de la cosmología para calcular distancias de objetos muy lejanos. Es importante reseñar que hay que diferenciar entre calcular distancias de objetos cercanos (dentro de nuestro Grupo Local de galaxias) y objetos a grandes distancias (más allá del Grupo Local), pues en estos últimos

hay que tener en cuenta su desplazamiento al rojo o *redshift* debido a los efectos de la expansión del universo de la Ley de Hubble.

Veamos ahora cómo se clasifican las estrellas. Las estrellas las podemos clasificar por su tipo espectral y por su clase de luminosidad.

Para ello es importante señalar que la radiación que emite una estrella cumple con la Ley de Wien. Esta dice que la longitud de onda máxima de su espectro es inversa a la temperatura efectiva de la estrella (temperatura de su superficie visible o temperatura fotosférica).

Esto provoca que, cuanto mayor es la temperatura de la superficie visible de la estrella, más azul es la luz que emite. Y, por el contrario, las estrellas más frías emiten luz más rojiza (fig. 3).

Concluimos que el color de una estrella nos define su temperatura (fig. 4).

La clasificación de estrellas por el tipo espectral se realiza en función de las características del espectro electromagnético emitido por la estrella. Existen 7 clases de tipos espectrales; estas se representan por letras del alfabeto (fig. 5), representando la letra O las estrellas más azules y calientes, y la letra M las más frías y rojizas.

Este sistema de clasificación se conoce como «Sistema de Clasificación de Harvard», ideado por la astrónoma Annie Jump Cannon. Nuestro Sol está clasificado como una estrella de tipo espectral G.

Además de por el tipo espectral, las estrellas las podemos clasificar por su clase de luminosidad, que nos define el tamaño de la estrella en comparación con estrellas del mismo tipo espectral.

Las distintas clases de luminosidad se representan por números romanos que van desde el I hasta el VII, representando el I las más grandes y luminosas y el VII las más pequeñas y menos luminosas (fig. 6).

Es decir, dentro de un tipo espectral tendremos estrellas con diferente clase de luminosidad, desde las más

grandes y luminosas, hasta las más pequeñas con menos luminosidad. Como ejemplo podemos decir que nuestro Sol es una estrella de tipo espectral G en secuencia principal, con una clase de luminosidad V.

Hasta aquí hemos analizado qué es el brillo que percibimos cuando miramos a las estrellas; también sabemos que las estrellas emiten una energía intrínseca independientemente de la distancia a la que se encuentre un observador. Hemos aprendido que, aplicando una serie de conocimientos de física, podemos saber a qué distancia se encuentran de nosotros, o en qué estado de su etapa evolutiva se encuentran. También hemos aprendido a conocer sus características de tamaño y temperatura simplemente por su brillo y color, y a realizar una clasificación precisa de acuerdo con estas características.

Viene 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. Pero será ya en la segunda y última parte de este artículo, en el próximo número de la revista Leo.

Clase de luminosidad	Descripción de las estrellas
Ia	supergigantes luminosas
Ib	supergigantes
II	gigantes luminosas
III	gigantes
IV	subgigantes
V	en secuencia principal y enanas
VI	subenanas
VII	enanas blancas

Fig. 6. Clasificación de las estrellas por su clase de luminosidad (<https://tinyurl.com/mrzfhcwm>).

Efemérides

de los astros del Sistema Solar para León

Mario Pérez Riera

mpriera@gmail.com



JULIO 2021

Día juliano

Día 1: 2459396.5 (a medianoche) · 2459397 (a mediodía)

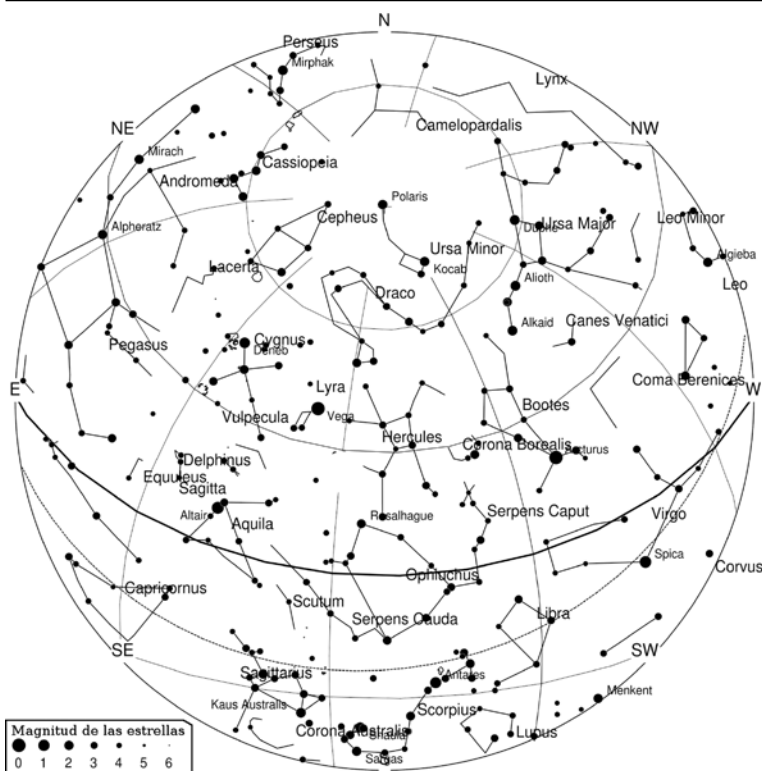
Día 15: 2459410.5 (a medianoche) · 2459411 (a mediodía)

Hora sidérea a medianoche

Día 1: 18:37:05 (en Greenwich) · 18:14:49 (en León)

Día 15: 19:32:16 (en Greenwich) · 19:10:00 (en León)

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



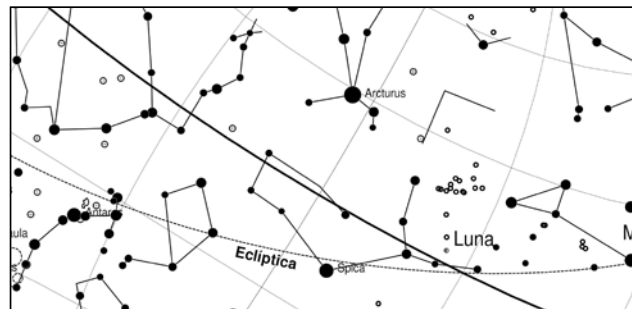
Fenómenos

Día 4. Máxima elongación de Mercurio al oeste del Sol.

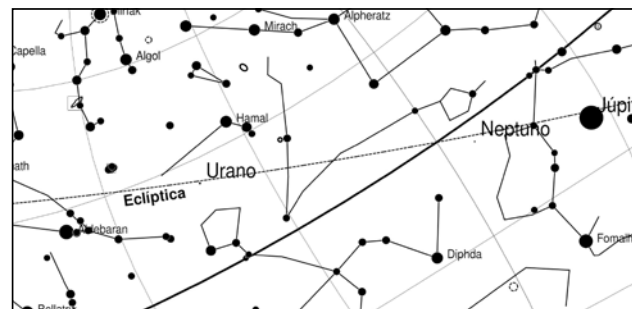
Día 5. Afelio (máxima distancia de la Tierra al Sol: 152 100 523 km a las 22:27 T.U.).

Día 13. Conjunción de Venus y Marte (29' de separación).

Los planetas el día 15



Al comenzar la noche.



Al finalizar la noche.

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

El Sol y los planetas

	DÍA 1			DÍA 15		
	Sale	Culmina	Se pone	Sale	Culmina	Se pone
Sol	04:47	12:25	20:05	04:57	12:27	19:59
Mercurio	03:38	10:56	18:17	03:37	11:10	18:48
Venus	06:49	14:14	21:41	07:24	14:27	21:32
Marte	07:29	14:43	21:58	07:19	14:22	21:26
Júpiter	22:42	04:02	09:21	21:46	03:04	08:22
Saturno	21:50	02:45	07:40	20:53	01:47	06:41
Urano	01:27	08:30	15:33	00:33	07:37	14:40
Neptuno	23:32	05:21	11:10	22:37	04:26	10:15

Fases de la Luna

Día	Fase	Hora	Sale	Culmina	Se pone
1	C. meng.	21:13	00:09	06:05	12:04
10	L. nueva	01:18	04:55	12:54	20:49
17	C. crec.	10:12	12:50	18:31	00:11 (s)
24	L. llena	02:37	20:41	01:29 (s)	06:19 (s)
31	C. meng.	13:18	23:38	06:45 (s)	13:59 (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



AGOSTO 2021

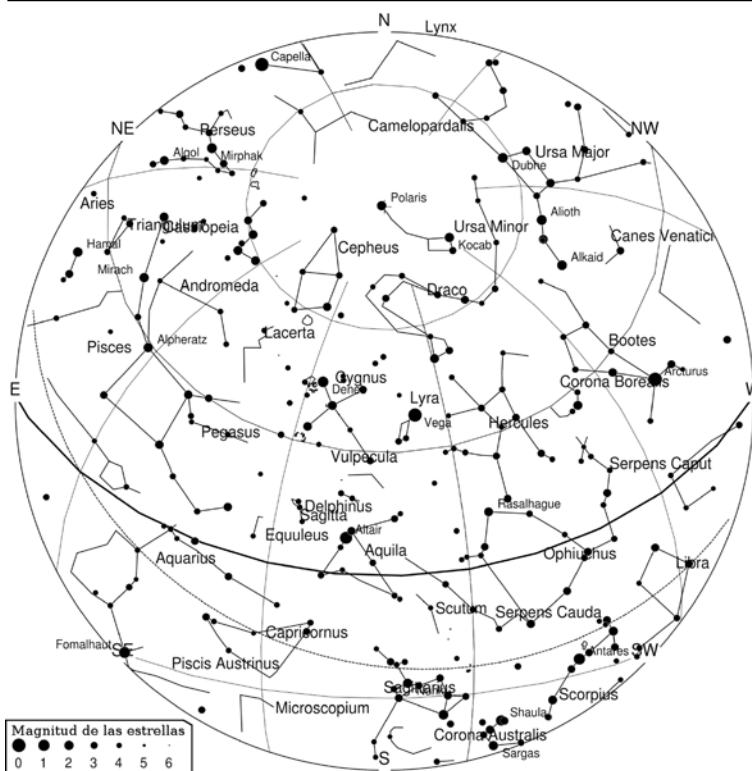
Día juliano

Día 1: 2459427.5 (a medianoche) · 2459428 (a mediodía)
Día 15: 2459441.5 (a medianoche) · 2459442 (a mediodía)

Hora sidérea a medianoche

Día 1: 20:39:18 (en Greenwich) · 20:17:02 (en León)
Día 15: 21:34:30 (en Greenwich) · 21:12:14 (en León)

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

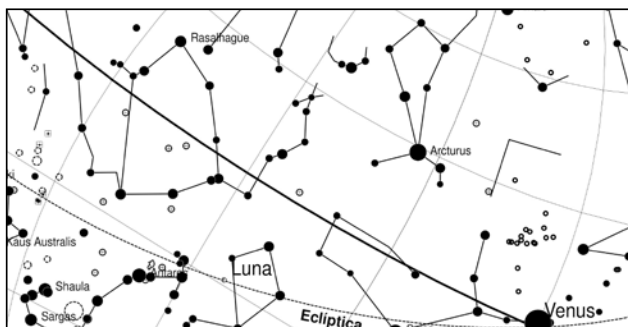


1 de agosto: 23:00 h. T.U. 15 de agosto: 22:00 h. T.U. 31 de agosto: 21:00 h. T.U.

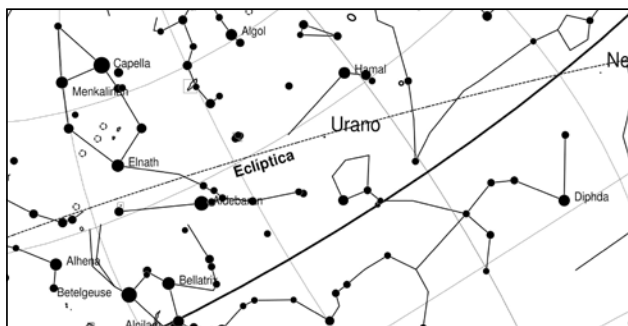
Fenómenos

- Día 1. Conjunción superior de Mercurio con el Sol.
- Día 2. Oposición de Saturno con el Sol.
- Día 12. Lluvia de meteoros (Perseidas).
- Día 19. Oposición de Júpiter con el Sol.

Los planetas el día 15



Al comenzar la noche.



Al finalizar la noche.

El Sol y los planetas

	DÍA 1			DÍA 15		
	Sale	Culmina	Se pone	Sale	Culmina	Se pone
Sol	05:13	12:27	19:43	05:28	12:26	19:25
Mercurio	05:07	12:28	19:52	06:37	13:19	20:03
Venus	08:04	14:38	21:12	08:36	14:43	20:51
Marte	07:08	13:56	20:45	06:59	13:35	20:11
Júpiter	20:35	01:50	07:06	19:36	00:49	06:02
Saturno	19:43	00:35	05:27	18:41	23:32	04:23
Urano	23:28	06:31	13:35	22:33	05:37	12:41
Neptuno	21:29	03:18	09:07	20:34	02:22	08:10

Fases de la Luna

Día	Fase	Hora	Sale	Culmina	Se pone
8	L. nueva	13:51	04:50	12:30	20:03
15	C. crec.	15:21	13:10	18:12	23:14
22	L. llena	12:02	19:44	01:03 (s)	06:22 (s)
30	C. meng.	07:15	23:06	06:56 (s)	14:51 (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															

Desde el observatorio

Jerónimo Muñoz



Fue por motivos laborales por lo que Jesús Valero Pérez (Medina del Campo, Valladolid, 1973) llegó a tierras leonesas. Buscaba asentarse en el Bierzo, pues era lo más próximo —en Castilla y León, que su trabajo de agente medioambiental se circunscribía al ámbito autonómico— a la localidad lucense de Monforte de Lemos, de donde era su mujer, Cristina. Y, tras pasar por distintos destinos —entre ellos Truchas, en la comarca de La Cabrera, en donde estuvo en 1997—, en el año 2003 se estableció finalmente en Ponferrada.

Sus principales pasiones son volar —tiene licencia de vuelo—, la fotografía —principalmente de la naturaleza—, la música —toca el piano y la gaita— y viajar «por el mundo adelante». Y la astronomía, claro... que le cautivó ya siendo niño...

A principios de la década de 1980, su madre era pastora en el pueblo zamorano de Mahide de Aliste; y, sobre todo en verano, estando de vacaciones, le enseñaba las estrellas que ella conocía. Más adelante tuvo ocasión de observar las manchas solares a través de un refractor de 90 mm de un vecino suyo; después, su abuelo le regaló unos prismáticos de 8x30 y, más tarde, sus padres, un pequeño catalejo de 30x30 mm —«eso fue la bomba», recuerda—, que fue su primer telescopio... con el que pudo comprobar —no se le olvida— que Venus tenía fases. Y, ya en 1986, con la llegada del cometa Halley —que salía a ver prácticamente cada mañana, aunque para ello tuviera que levantarse a las seis—, se 'enganchó' de-



finitivamente a la astronomía. Y este es, sin duda, su mejor recuerdo relacionado con esta ciencia.

Con el tiempo fue un paso más allá, y de la observación visual pasó también a la investigación. Quería, además de disfrutar del cielo, poder contribuir, en la medida de sus posibilidades, a la labor científica. Y, poco a poco, fue mejorando su equipo y dedicando más tiempo a la astronomía, colaborando con unos y con otros... hasta que, sin saber muy bien cómo, «llegó un momento en el que ya no concebía la vida de otra manera», asegura. Y, después de muchas horas de dedicación, puede estar orgulloso, entre otras cosas, de haber descubierto nada menos que cinco estrellas variables...

A la fotometría, precisamente, de variables, y también de asteroides, de-

dica —desde su observatorio de Ponferrada— buena parte de su tiempo, así como a la astrofotografía. Y a la divulgación, pues desde que llegó a Ponferrada no ha dejado de compartir con los demás —charlas, observaciones...— su pasión por la astronomía. Incluso contó, durante casi dos años, con un espacio en la televisión local.

En 2008 y 2009 perteneció a la Asociación Leonesa de Astronomía. Entró a formar parte de ella porque, por aquel entonces, era la organización más cercana a Ponferrada, y quería compartir experiencias con otras personas que tuvieran sus mismas inquietudes. Pero la distancia no le permitía participar como él quería, por lo que decidió hacerse a un lado... e impulsar en 2009 —Año Internacional de la Astronomía, dicho sea de paso— la Asociación Astronómica del Bierzo, de la que fue su presidente fundador.



www.astroleon.org