

## 6000 AÑOS OBSERVANDO LAS ESTRELLAS: DE MENGA Y AL-ANDALUS HASTA LOS CONFINES DEL UNIVERSO

Alberto J. Castro Tirado

Discurso de ingreso como Académico de Número, 13 de mayo de 2016

Autoridades de la ciudad de Málaga y provincia, Ilustrísimos Académicos (y a partir de esta tarde compañeros) de la Academia Malagueña de Ciencias, queridos familiares y amigos todos que me acompañan hoy, día en que tomo posesión como Académico de Número. Es para mí un gran honor y espero aportar mi grano de arena a esta institución donde yo soy el primer astrónomo que en ella ingresa en sus 144 años de historia.

La Astronomía se enclava entre las ciencias más antiguas de la Humanidad y trata del estudio sistemático y riguroso de los astros del cielo a través del método científico. A buen seguro que los primeros cazadores-recolectores que se asentaron en la Vega de Antequera y construyeron Menga, hace 6000 años, ya contemplaban en las abundantes noches estrelladas de nuestra región las maravillas del cielo estrellado. Como decía el gran filósofo y humanista romano MIRCEA ELIADE (1907-86): *La mera contemplación de la bóveda celeste provoca en la conciencia primitiva una experiencia religiosa.*

Desde los comienzos de la Humanidad el Firmamento ha sido estudiado con interés y curiosidad, y utilizado básicamente como instrumento con el que establecer y medir diferentes periodos de tiempo y disponer de un sistema de orientación.

### PRIMERAS MANIFESTACIONES PRE-HISTÓRICAS: ANTES DE 1500 A. C.

Las primeras manifestaciones de la península aparecen en el periodo de transición entre el Neolítico y la Edad del Cobre, especialmente entre el 3400 y el 1500 a. C., dilatándose incluso hasta la cultura del Bronce de El Argar, cuando los sepulcros megalíticos (erigidos con grandes piedras o *megalitos*) ya se edificaban con una cierta orientación, mirando hacia algún punto específico del horizonte astronómico. Sus orientaciones generalmente pueden englobarse en dos categorías, la de la

salida del Sol en el solsticio de verano o bien la dirección del Sol al mediodía (solar), es decir, al Sur. Hay sin duda notables excepciones e interpretaciones pero en general existe una evidencia, indudable vínculo entre los pobladores oriundos y el firmamento.

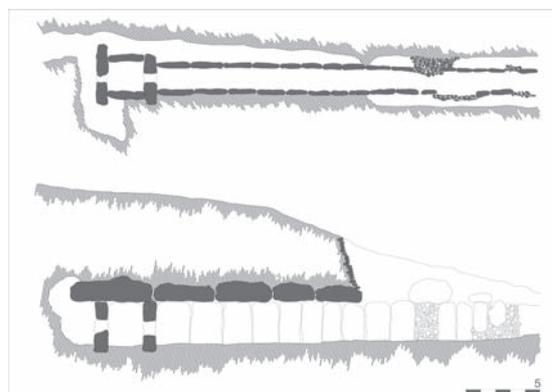


Figura 1. Plano del Dolmen Cueva de Viera, Antequera.

Los tres tipos de tumbas que se hallan en Andalucía son: los de cámara cuadrangular, los megalíticos y los de falsa cúpula. A la primera clase pertenece el Dolmen de Viera en Antequera (Málaga), que tiene una indudable orientación al orto solar en los equinoccios (Fig. 1). También en Antequera se encuentra la tumba megalítica llamada Cueva de Menga, una de las más importantes de España e incluso de Europa (Fig. 2).

Aunque las tumbas megalíticas generalmente apuntaban al orto solar (o lunar) en la fecha de inicio de su construcción, la Cueva de Menga se construyó con la dirección intencionada a la Peña de los Enamorados, imponente monumento natural en el horizonte de la vega antequerana. Los sepulcros del tercer tipo reciben el nombre griego de *tholos* y suelen tener una orientación preferencial al Sol naciente, como ocurre con la mayoría de los sepulcros de Los Millares (Almería).

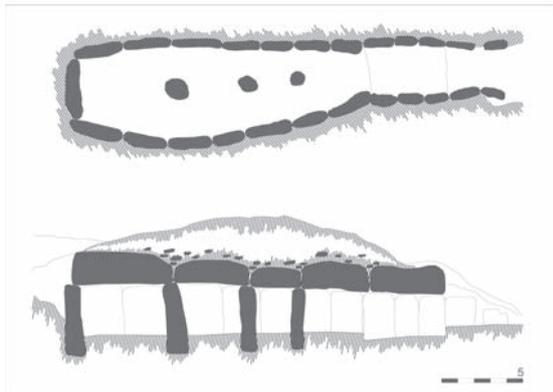


Figura 2. Plano del Dolmen de Menga, Antequera.

El mayor de todos los *tholos* encontrados en España es el tercer gran monumento funerario, hallado también en las afueras de Antequera, la Cueva de El Romeral (Fig. 3), y cuya orientación dista 16 grados del sur, orientándose hacia el oeste, pudiendo apuntar hacia el Torcal aunque sin descartar que fuera hacia el lugar del ocaso de alguna brillante estrella austral como Gacrux (gamma Crucis), la estrella más boreal de las cuatro que conforman la constelación de la Cruz del Sur (visible en aquella época por la precesión de los equinoccios) o más probablemente Canopus (alfa Carinae), la segunda estrella más brillante del cielo austral, que se ocultaría tras el Torcal, el paisaje kárstico que a buen seguro también habría cautivado a esa ya referida población de cazadores-recolectores.

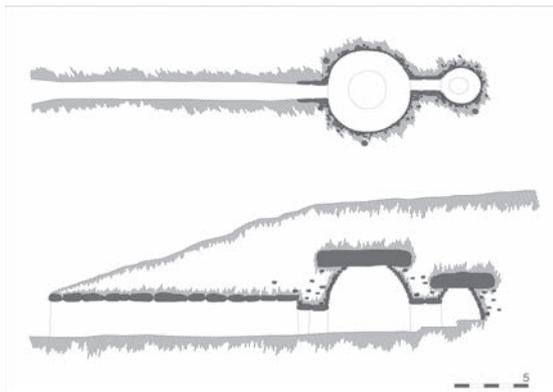


Figura 3. Plano del Dolmen Cueva del Romeral, Antequera.

### ASTRONOMÍA EN AL-ANDALUS

Los musulmanes que, en oleadas sucesivas, llegan a la península a lo largo del s. VIII no son hombres de Ciencia, teniendo solo

conocimientos rudimentarios de Astronomía. Hasta muy entrado el siglo VIII no comenzaron los árabes el estudio científico de la Astronomía, y con el reinado de ABD AL-RAHMÁN I (755-788) se establece el primer contacto entre los pobladores ibéricos y la cultura islámica oriental. ABD AL-RAHMÁN II (851-852) introdujo las primeras tablas astronómicas y logró que Córdoba fuera el centro intelectual de Occidente, al nivel de Damasco y Bagdad, y a partir de ese siglo se encuentran las primeras traducciones de las obras de los clásicos, entre los 400.000 volúmenes que AL-HAKAM II (961-976) reunió en la ciudad califal.

Es de destacar la figura de Abu-I-Qásim Abbás Ibn Firnás ibn Wardás (IBN FIRNÁS), oriundo de Ronda (c. 800-887) que mereció el título de Hakim al-Andalus (el Sabio de al-Andalus) por la variedad de conocimientos que aportó, introduciendo las tablas astronómicas de *Sinhind* (el método astronómico de la India), una esfera armilar y una especie de bóveda celeste casera en su casa cordobesa. Fue también un pionero de la aviación.

Los astrónomos de la época recogieron numerosas observaciones de cometas y estrellas fugaces, destacando asimismo la constatación de los eclipses totales de sol de los años 903 (cuya totalidad pasó en Córdoba) y 912 (con la totalidad sobre Almería) y sobre todo, la aparición de una gigantesca mancha solar visible a simple vista a finales de octubre de 939 y de la supernova del año 1006, consecuencia de una estrella masiva que agotado su combustible nuclear, se desmoronó sobre sí misma produciendo una explosión que la hizo ser visible a simple vista por unas semanas rielando en la noche sobre las aguas del Mediterráneo para los observadores del sur de Europa. De suma importancia en esta época fue GERBERTO DE AURILLAC –más conocido como el pontífice Silvestre II–, quien extendió la numeración árabe (que había conocido por medio de los traductores de Santa María de Ripoll) al resto de Europa durante su efímero reinado pontificio (999-1003).

En la provincia de Málaga destaca Sulaymán IBN GABIROL (AVICEBRÓN, como era conocido por los latinos). Nació en la capital en 1021, falleciendo hacia 1058 en Valencia. Su composición más destacada es el *Kéter malkut* (Corona real), donde aparecen alabanzas a Dios y a sus obras, con inclusión de ideas astronómicas, cosmológicas y filosóficas. Una

escultura de Ibn Gabirol, labrada por el escultor R. Amstron (cuyo hijo fue compañero de promoción en el Colegio Los Olivos, de quien este discurso suscribe, hasta que la familia regresó a los Estados Unidos), se ubica en los jardines frente al Teatro Romano de nuestra ciudad (Fig. 4).

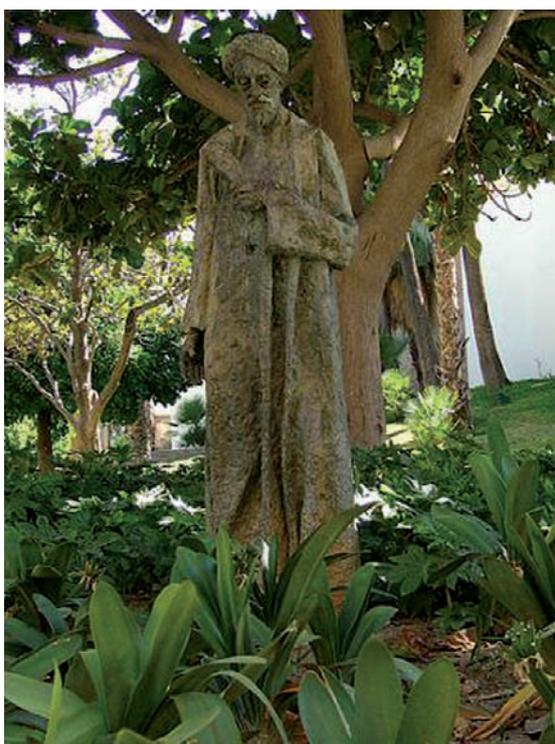


Figura 4. Escultura de Salomon **IBN GABIROL** junto a la Alcazaba (Málaga), como uno de los exponentes del florecimiento de la cultura andalusí en la capital costasoleña donde nació en 1021. Realizada por el escultor americano afincado en Málaga, Hamilton Reed Armstrong, (Greenwich, 1937) en 1969.

La cultura árabe-española adquirió todo su esplendor en los siglos XI y XII y es cuando aparecen los ecuadorios de Ibn al-Samh, Azarquiel y Abú-I-Salt. Eran modelos planetarios a escala, que permitían calcular rápidamente la longitud verdadera de un planeta. Abū Ishāq Ibrāhīm ibn Yahyā al-Naqqāsh al-Zarqālī, más conocido como **AZARQUIEL** (1029-87) es considerado como el más insigne de los astrónomos árabes y a él se debe la invención de otros instrumentos astronómicos.

Abū Bakr **IBN TUFAYL** (1110-1185, nacido en Guadix) fue pionero de la revolución anti-ptolomeica que estaba enraizada en

las enseñanzas de Aristóteles, negando los epiciclos y excéntricas. De él dijo su discípulo **ALPETRAGIO** (+1204), en su *Teoría de los Planetas*, que: *Ibn Tufayl había encontrado una teoría nueva sobre el movimiento de los planetas, que deducía sus movimientos mediante principios distintos a los de Ptolomeo y rechazaba las excéntricas y epiciclos, con este sistema, todos los movimientos celestes podían ser verificados.*

Ibn Tufayl tuvo gran influencia sobre su protegido **AVERROES** (1126-1198), quien es probablemente el científico andalusí que más ha influido en el pensamiento de Occidente. La influencia de este astrónomo se cree que incluso ha llegado a la literatura europea: tanto el *Robinson Crusoe* de D. Defoe como el *Emilio* de J. J. Rousseau parecen tener claros tintes de la obra escrita por Ibn Tufayl intitulada *El Filósofo Autodidacta*, que narra la evolución científica, filosófica y mística de un niño que crece solitario en una isla.

Ya a mediados del siglo XIII, algunos astrónomos árabes y judíos pasarían al servicio del rey Alfonso X el Sabio, quien tan importantes aportaciones hizo a esta Ciencia, gracias al impulso dado a la escuela de traductores que ya existía en Toledo. Los *Libros del Saber de la Astronomía* son una recopilación de 16 libros o tratados de obras traducidas del árabe a instancias de Alfonso X, compendiados entre 1276-77 con 201 páginas en total. Del libro I, *De las figuras de las estrellas fijas que son en el ochavo cielo*, podría ser el autor al-Sufi (+986), quien había terminado su tratado en 954. Los libros II al X y el XVI tratan de instrumentos, y del XI al XV versan sobre distintos tipos de relojes.

En nuestra provincia destaca **AL-QALUSÍ**, astrónomo que nació en Estepona (Málaga) en la segunda mitad del s. XIII. Vivió en Granada y Málaga, y murió en el año 1307. Escribió una obra de Astronomía en la que trataba con profusión de los movimientos del Sol y la Luna.

También hay que reseñar la figura de **IBN HUDAIL AL-TUYIBÍ**, matemático y médico que nació en Archidona (Málaga). Se dedicó a la enseñanza de las Matemáticas y la Medicina y escribió acerca del cálculo aritmético, enseñando en la Madraza granadina tras su fundación en 1349. Murió en 1352 y fue enterrado en el cementerio de Puerta Elvira en Granada (Fig. 5).



Figura 5. Restos del Castillo Árabe y Barrio Alto de Archidona, cuna de IBN HUDAIL AL-TUYIBÍ (s. XIV), con la ermita (sobre la antigua mezquita) de Nuestra Señora de Gracia, patrona de Archidona y comarca.

En 1336, los seguidores del místico sufista Abū Abd Allāh al-Sāhili, fundan la madraza (escuela) de Málaga (junto a la mezquita mayor, bajo la actual catedral de Santa María de la Encarnación), pudiendo considerarse la primera *universidad* que existiría en al-Andalus, aunque no tendría un carácter institucional. La que al parecer sí lo tuvo fue la que se inaugura trece años más tarde (1349) por el rey nazarí Yusuf I, la madraza granadina, donde se enseñaba derecho, medicina y matemáticas, funcionando como tal hasta 1500, fundándose la actual Universidad de Granada por Carlos V en 1526.

### **ASTRONOMÍA EN LA EDAD MODERNA: S. XVI A S. XVIII**

Por la importancia de la navegación, el interés por la astronomía perduró entre los siglos XVI y XVII, pero la expulsión de árabes y judíos rompió de facto la tradición de su estudio. Con la expulsión de los moriscos en 1609 (como los de Blanca en el reino de Murcia, el lugar más islamizado en la península), se crea un vacío agrandado por las dificultades socio-económicas, las guerras internas y el desprecio de las autoridades por el estudio de las ciencias en general.

Aunque no existe mucha información sobre la Astronomía en Málaga en esa época, queremos destacar las figuras de tres personajes relevantes con impronta malagueña: Diego Pérez de Mesa, Bernardo Pérez de Vargas y Luis de Aldrete y Soto.

Diego PÉREZ DE MESA fue un astrónomo nacido en Ronda (Málaga) en el s. XVI que también destacó en Matemáticas y Náutica. Escribió numerosos trabajos pero sin llegar a haber publicado ninguno, mereciendo mención especial los *Comentarios de Sphera*. En el primero de los cuatro libros, defiende la corruptibilidad de los cielos, afirmando que *las estrellas se mueven por sí libremente o como peces en el agua o aves en el aire*, mencionando como uno de los argumentos la aparición de la nova del año 1572 (una explosión termonuclear en la superficie de una estrella enana blanca, por acumulación de hidrógeno), al que erróneamente llamó “cometa” (nada que ver), revelando la profunda crisis en que se encontraba la cosmología tradicional como consecuencia de la Revolución Copernicana por la cual la Tierra dejaba de ser el centro del Universo. Fue profesor de matemáticas en las Universidades de Sevilla (donde se licenció) y Alcalá de Henares.

Bernardo PÉREZ DE VARGAS “El Magnífico” fue otro astrónomo que nació en Madrid en el s. XVI y falleció en el último tercio de esa centuria. Se dedicó también a la metalurgia. Era de distinguido linaje, y junto con su padre (criado del Marqués de Villena) se trasladó a Monda, Tolox y Coín, siendo vecino de esta última localidad, como hace constar en su obra *La Fábrica del Universo* (1563), que la componen siete libros en la que trata desde el tiempo y su medida hasta la cronología de monarquías e imperios, incluyendo además una lámina anatómica del sistema venoso humano. Contiene asimismo un *Repertorio perpetuo de las conjunciones, llenos y elipsis del sol y de la luna para siempre jamás* e igualmente incluye un proemio en el cual explica *el influjo del sol y la luna por su calor, frialdad y humedad en las diversas edades del hombre, y en otros cuerpos y materias de la naturaleza, y luego trata de su cuidado en discernir lo bueno de entre lo malo y supersticioso de los antiguos, para poder formar un astrólogo cristiano*. Pero sin duda, su obra más importante es *De re metallica* (1568), donde presenta por vez primera en lengua castellana, una serie de conocimientos metalúrgicos que ya circulaban por otros países de Europa. Esta obra fue traducida al francés 180 años después.

Luis ALDRETE y SOTO nació en Málaga en la segunda mitad del siglo XVII, dedicándose a la alquimia y medicina, teniendo algunos mínimos conocimientos astronómicos, ya que también cultivó la astrología (con lo cercano de ambas

disciplinas por entonces; a diferencia de hoy día: la primera es ciencia y la última, pseudociencia).

Y no es hasta un siglo después (mediados del XVIII) cuando asistimos a la creación del primero de los importantes observatorios astronómicos con los que en la actualidad cuenta España: el de San Fernando, en la vecina provincia de Cádiz, fundado en 1753 (hoy como Real Instituto y Observatorio de la Armada en la por entonces Isla de León) a instancias de Jorge Juan y Santacilia (1713-73).

Le seguiría el Real Observatorio de Madrid (1790), erigido por mandato de Carlos IV, sugerido por el marino Jorge Juan a Carlos III veinte años atrás, en 1770.

A mediados del s. XVIII, la Universidad española seguía siendo la tradicional del Antiguo Régimen, aunque ya con Carlos III se introducen los planes de estudios en las Universidades. En 1776 se aprueba el primer Plan de estudios de la Universidad de Granada en Matemáticas y Física Experimental.

Si se revisan algunos estudios históricos sobre las expediciones a América en tiempos de la Ilustración (la de Nueva España de Martín de Sessé en 1758-1800 o la de Malaspina por todo el Pacífico en 1789-94), se puede comprobar, a través del inventario de los objetos embarcados en Cádiz o Sevilla rumbo a América, que la mayor parte del instrumental embarcado procedía del exterior (Francia mayormente). Habiendo sido líderes en la producción de instrumentos científicos en la península durante la dominación árabe, España ya se precipitaba a una dependencia exterior en los siglos venideros.

### **ASTRONOMÍA EN LA EDAD CONTEMPORÁNEA: S. XIX HASTA EL PRESENTE**

En 1857, la Ley Moyano crea las primeras Facultades de Ciencias como tales, en España.

El 22 de diciembre de 1870 tiene lugar un importante eclipse total de Sol que pasa el Sur de España y numerosos astrónomos de talla internacional visitan nuestra tierra a fin de estudiar aspectos relevantes del astro rey además de afinar en las medidas del Sistema Solar. Buena parte de ellos se concentran en Jerez (Cádiz), y no sólo por sus buenos vinos, si no por ser localidad por la que discurre la línea central de totalidad, pero en Málaga capital

algunos miembros de la sociedad cultural se reúnen para realizar, con los medios que contaban, una observación detallada del eclipse (Fig. 6).



Figura 6. El eclipse total de Sol del 22-XII-1870 en un grabado inspirado en una acuarela de Paul Jacob Naftel pintada en la finca de Los Olivares en Jerez. Una visión parecida se debió obtener desde Málaga. El grabado fue publicado en *The Graphic* (Inglaterra).

El lugar de observación será el andén sur de la Catedral de Málaga y desde ese lugar hacen un importante y sorprendente estudio del fenómeno. En el equipo científico se encuentran Monseñor Tomás Pérez Bryan (que además había estudiado ingeniería en París y luego sería Obispo de Cartagena) en calidad de presidente, Domingo de Orueta y Aguirre (conocedor de la Geología y Entomología malagueña y fundador de la Sociedad Malagueña de Ciencias) y el Ingeniero José de Sancha (responsable de los dibujos realizados durante los eclipses), entre otros. Llama la atención la gran calidad del trabajo realizado por personas que no eran astrónomos profesionales.

Dos años después (1872) se funda la Sociedad Malagueña de Ciencias Físicas y Naturales (germen de la Academia Malagueña de Ciencias, que nace por decreto en 2002, aunque reconocida su antigüedad desde 1872) –en una de las épocas más convulsas de España reinando Amadeo I de Saboya– y que tiene a su vez su origen en la Academia de Ciencias Naturales y Buenas Letras que se fundó en Málaga en 1757, dentro de la corriente de Ilustración del reinado de Carlos III. Domingo de Orueta y Aguirre, que había sido educado en Inglaterra (adonde llegó en 1846), reúne en torno a sí a un grupo de malagueños con interés en la Ciencia, a fin de crear en Málaga un museo de

Ciencias Naturales y una biblioteca entre otros objetivos, y también buscando respuesta a un declive económico que en Málaga es realmente crudo (cierre de las fundiciones siderúrgicas, la plaga de la *Phylloxera*, numerosas epidemias, los terremotos de Alhama-Periana de 1884 y 1885) de modo que podrían jugar un papel importante en las medidas locales para paliar su impacto.

En la cercana Granada, tras una ardua recuperación, en 1902 se funda el Observatorio de Cartuja –el primero de los nuevos observatorios que surgen en el s. XX– por la Compañía de Jesús. La iniciativa parte del Padre Juan de la Cruz Granero (apoyado por el provincial P. Jaime Vigo). El desencadenante fue el viaje que realizó éste (junto con el P. Ramón Martínez y el H. Luis Hurtado) para observar y estudiar el eclipse de Sol del 28 de mayo de 1900, y la posterior conferencia científica sobre dicho suceso que se celebró el 10 de junio del 1900. A partir de esa conferencia, el P. Antonio Osborne ofreció destinar parte de la “legítima familiar” para que el proyecto de Observatorio se hiciera realidad, y su madre, la Condesa viuda de Osborne, aportó también medios económicos para ello. Así poco después (1902), en el Observatorio de Cartuja, empezaría a funcionar el Telescopio Ecuatorial Mailhat, que con una distancia focal de 5,35 m y una abertura de 33 cm sólo era equiparable al de San Fernando.

En las décadas posteriores, la observación astronómica en Cartuja se centra en las manchas solares, no siendo hasta 1964, cuando el también jesuita P. T. Vives comienza la investigación astronómica. Ya como director del Observatorio de Cartuja, propone la construcción de un observatorio alejado de las luces de la ciudad y con la ayuda del Dr. Jean Rösch (director del Observatorio de Pic du Midi en Francia), eligen en 1966, el emplazamiento a 2065 m, junto al Albergue Universitario de Sierra Nevada. Ese mismo año, la universidad jesuítica de Georgetown (EE.UU.) dona al observatorio de Sierra Nevada un telescopio reflector de 30 cm de diámetro con lo que dos jóvenes investigadores, J. M. Quintana (enviado por el Prof. Torroja desde Madrid) y A. Rolland (profesor en la Universidad de Puerto Rico) deciden incorporarse al Observatorio de Cartuja a mediados de 1968. A ellos se une E. Battaner pocos meses después, siendo el telescopio de Georgetown instalado en 1969.

En 1969 Battaner y Quintana se incorporan al Departamento de Física de la Universidad de Granada. En 1971 se firma un convenio entre la Compañía de Jesús y la Universidad por el que se cede el Observatorio de Cartuja, amén de terrenos aledaños, sobre los que se construirá el futuro Campus Universitario de Cartuja, llamándose *Observatorio Universitario de Cartuja*, realizándose, a partir de entonces, observaciones de la atmósfera y de estrellas variables. En esta época se incorporan las profesoras ayudantes del Departamento de Física de la Universidad de Granada la onubense Mercedes Prieto y la malagueña (de adopción) Pilar López de Coca, dos de las primeras mujeres astrofísicas de nuestro país.

El espaldarazo al proyecto de una universidad malacitana viene de la Asociación de Amigos de la Universidad de Málaga que se funda en 1968 y en la que participan numerosas personalidades de la cultura y sociedad malagueña. La labor de la Sociedad Malagueña de Ciencias también fue notoria en la consecución de estudios universitarios para Málaga, y la creación en 1972 de una universidad propia, la Universidad de Málaga. En 1973, la Sociedad Malagueña de Ciencias entrega en depósito a la Universidad de Málaga su fondo bibliográfico, compuesto de miles de obras de muy variadas procedencias.

El 31 de mayo de 1975, en una reunión celebrada en la Sociedad Económica de Amigos del País por interesados en la Astronomía de la provincia de Málaga, se funda la Sociedad Malagueña de Astronomía (SMA). Sus objetivos son, en resumidas cuentas, la divulgación de la Astronomía en nuestra provincia y la observación e investigación en astronomía por parte de sus socios. En 1977, la SMA consigue levantar un observatorio astronómico en la zona alta de Miraflores del Palo (uno de los primeros observatorios de carácter amateur de España) en lo que por entonces era una zona muy aislada de nuestra ciudad. Desde allí los socios realizaron numerosos estudios de planetas del Sistema Solar, cielo profundo a la espera de la llegada del cometa Halley en 1986 así como las primeras observaciones astronómicas de carácter público a la que asistieron los malagueños. Actualmente la SMA tiene su sede en el Centro Cultural José María Gutiérrez Romero, situado en El Limonar, en Málaga capital (Fig. 7).



Figura 7. Sede de la Sociedad Malagueña de Astronomía en el Centro Cultural José María Gutiérrez Romero en el Limonar (Málaga).

Dos meses después de la fundación de la SMA, en julio de 1975, se funda el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), con su sede provisional en la Madraza de Granada, muy ligado a la observación en los Observatorios de Sierra Nevada y comienza la actividad en Astrofísica.

En 1975 también comienza la explotación del Observatorio Astronómico Hispano-Alemán de Calar Alto (CAHA) en Almería. El ya mencionado T. Vives, quien fuera director del Observatorio de Cartuja y codirector de CAHA después, era un astrónomo de gran cultura y fue uno de los pocos introductores de la astrofísica en España, secularizándose por entonces. Estableció colaboraciones con el Observatorio de Greenwich (Reino Unido) y con el Max-Planck-Institut für Astronomie (Alemania), entre otras instituciones de Brasil y Argentina. Estas colaboraciones y su labor formadora han sido el germen de muchos grupos de investigación actuales. A 2168 m de altura, el telescopio de 3,5 m de diámetro es actualmente el mayor de CAHA y de la Europa continental, inaugurado en 1984.

En 1979 el IRAM, Instituto de Radioastronomía Milimétrica (hispanofranco-alemán) empieza la construcción del Radiotelescopio de Pico Veleta. Un año antes (1978) ya se habían iniciado las obras del nuevo Observatorio de Sierra Nevada, que culminan en 1980, comenzando las primeras observaciones astronómicas con el telescopio de 60 cm en 1982 y con el de 75 cm en 1983, fruto de sendos acuerdos con el Observatorio

de Niza (Francia) y el Observatorio Real de Greenwich. El radiotelescopio del IRAM de 30 m fue inaugurado en 1984.

De vuelta en Málaga, la actividad de la SMA era incesante, celebrando las VI Jornadas Nacionales de Astronomía en 1986. Ignacio Lamothe (con su obra *El Universo Tetradimensional*) fue uno de sus miembros más prolíficos. De entre los más de 300 socios de la SMA a lo largo de los años, han surgido cinco vocaciones astrofísicas, resultando tres astrofísicos trabajando en España (Montserrat Villar Martín, Dolores Pérez Ramírez - fallecida prontamente en 2015- y Alberto J. Castro-Tirado), uno en México (Guillermo García Segura) y una en Inglaterra (Sandy Catalán). Pero no son los únicos astrofísicos que ha dado la provincia: Fernando Moreno y Pilar López de Coca (en el Instituto de Astrofísica de Andalucía), Evencio Mediavilla (en el Instituto de Astrofísica de Canarias), Teresa Mediavilla (Universidad de Cádiz), Inmaculada Domínguez (en la Universidad de Granada), África Morales (en la Universidad Complutense), Amelia Bayo (en la Universidad de Valparaíso en Chile) y Pepa Becerra (en la NASA en EE.UU.), son los ocho restantes.

También es de reseñar que desde mediados de la década de 1980, se venían celebrando en algunos centros educativos de Málaga, actividades relacionadas con la ciencia: "Semana de la Astronomía", la "I Semana de la Ciencia" en 1988, etc., con profesores y alumnos coordinados por Tomás Hormigo (también socio de la SMA y autor de *Las Medidas del Universo*), hasta que en 1994 se consigue aunar esfuerzos y promover una actividad conjunta en el actual Parque Tecnológico que consistió en una exposición durante dos meses de unos 100 módulos interactivos de ciencia construidos por los propios docentes y sus alumnos, así como experiencias de Física, Química, Biología y Matemáticas, además de un planetario. Gracias a esta macro-exposición, la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía liberó una zona no utilizada del Instituto la Rosaleda para construir un Museo de Ciencias donde albergar todo el material expuesto. Finalmente, se consiguió abrir el museo en el año 1999 (Centro de Ciencia Principia) con la filosofía de "prohibido no tocar" (Fig. 8).



Figura 8. El Centro Principia, junto al Estadio La Rosaleda (Málaga).

El 1 de julio de 2001 nace en Málaga otra asociación astronómica, la Agrupación Astronómica de Málaga Sirio, de estrecha vinculación con Principia.

También es digna de mención la labor del Aula del Cielo, que surge en Málaga en 2004 como una iniciativa destinada a enseñar y divulgar la astronomía, en nuestra provincia y en toda la comunidad autónoma, a través de observaciones astronómicas y grandes planetarios portátiles que se pueden ubicar en ayuntamientos, colegios, etc. (Fig. 9). Desde 2005 trabaja con la Diputación llevando el planetario a municipios pequeños y realiza observaciones astronómicas en Benalmádena (denominadas *Planetario al Aire Libre*) y desde 2010 en el Observatorio Astronómico del Torcal (www.astrotorcal.es), donde además de las observaciones nocturnas y diurnas (observaciones del Sol), se ofrecen cursos, seminarios, etc. (Fig. 10).



Figura 9. El Planetario del Aula del Cielo con capacidad para unos 30 escolares.

El mismo año (2004) arrancó *Encuentros con la Ciencia*, un ciclo de conferencias (www.encuentrosconlaciencia.es) organizado por tres profesores de la Universidad de Málaga que desde entonces y cada año viene trayendo a Málaga capital científicos relevantes de laboratorios de centros de investigación españoles –y en particular malagueños– e implicando a la propia comunidad científica en esa difusión del conocimiento. A través de una serie de conferencias con gran acogida y exposiciones de material científico diverso y paneles divulgativos en salas de ámbito cultural de la capital, éstas últimas luego han podido ser vislumbradas en algunos centros educativos de Málaga y provincia para también hacer llegar la ciencia a los más jóvenes.



Figura 10. El Observatorio del Torcal de Antequera donde el Aula del Cielo realiza sus actividades divulgativas cada fin de semana.

Actualmente, la universidad malacitana también ofrece estudios en astronomía y cosmología (Facultad de Ciencias), así como de Ingeniería aplicada a la Astronomía (en la ETSI Industriales), colaborando de forma estrecha con el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) en Granada (habiéndose constituido un departamento de la ETSI de la UMA como Unidad Asociada al CSIC) y a su vez con otras universidades andaluzas y organismos públicos de investigación como el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) con una de sus sedes en nuestra comunidad autónoma (concretamente en Mazagón, Huelva). La futura colaboración con la Agencia Espacial Europea (ESA) se espera también que sea de lo más fructífera para una ciudad netamente emprendedora como es Málaga.

Aunando voluntades, el Proyecto PIIISA (Proyecto de Iniciación a la Investigación e Innovación en Secundaria en Andalucía, www.piiisa.es), arraigó en 2014 en Málaga, demostrando que es posible fomentar vocaciones en Astronomía y otras disciplinas

científicas o humanísticas, haciendo partícipes a los alumnos de 4º ESO y 1º BACH de una investigación en toda regla con profesionales tanto de la Universidad de Málaga como de organismos públicos de investigación (CSIC e INTA) siendo la experiencia de lo más gratificante para todos. Es un maravilloso instrumento para que nosotros, los científicos, podamos divulgar la ciencia y fomentar las vocaciones a nivel de colegios e institutos, haciéndoles ver a los alumnos que pueden hacer ciencia con nosotros.

### EL IAA-CSIC Y EL PROYECTO BOOTES

El IAA-CSIC es el centro de referencia de astrofísica del CSIC en nuestro país. Siendo uno de los mayores centros de investigación de un total de 140 que pertenecen al CSIC (amén de las 160 unidades asociadas por toda la geografía española, incluyendo la referida con la Univ. de Málaga). Con 170 personas en su seno y estructurado en cuatro departamentos y una Unidad de Desarrollo Instrumental, gestiona el Observatorio de Sierra Nevada y es corresponsable del Observatorio Hispano-Alemán de Calar Alto. Además participa en el desarrollo de instrumentación (tanto en tierra como embarcada en el Espacio) con lo que por fin, hemos dejado de depender de terceros, rompiendo la tendencia iniciada en el s. XVIII mencionada anteriormente. Uno de estos desarrollos instrumentales es el Proyecto BOOTES ([bootes.iaa.es](http://bootes.iaa.es)), ideado por este académico que hoy toma posesión y hecho realidad tras casi dos décadas de arduo trabajo. ¿En qué consiste?

En 1998, se instaló el primer observatorio astronómico robótico inteligente en España, en el marco del proyecto BOOTES (“El Boyero”, nombre de la constelación homónima y siguiendo las siglas de *Burst Observer and Optical Transient Exploring System* o “Brotos Observados y Fuentes Ópticas Transitorias Estudiadas Sistemáticamente”). Ello se logró gracias al apoyo del INTA y fruto de una estrecha colaboración hispano-checa que continúa hasta hoy día. La ubicación elegida para la primera infraestructura (BOOTES-1) fue la Estación de Sondeos Atmosféricos (ESAt) del INTA en El Arenosillo, Mazagón (Huelva), donde en 2004 celebramos la I Reunión Nacional de Astrofísica Robótica.

Tres años después (noviembre de 2001), se puso en marcha una segunda estación (BOOTES-2) en la Estación Experimental de la Mayora (EELM) del CSIC, sita en Algarrobo Costa, Málaga (Fig. 11).



Figura 11. La estación astronómica robótica BOOTES-2 en La Mayora (EELM-CSIC), Algarrobo Costa (Málaga).

Un telescopio de 60 cm de diámetro se ha instalado allí en 2008, en el marco de un proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía, y desde entonces el proyecto BOOTES hace uso de dos conjuntos de instrumentos situados 240 km entre sí, en parte como apoyo en tierra a diversas misiones espaciales de corte científico. La estación de Málaga es la estación prototipo que hemos ido clonando en otras partes del planeta: BOOTES-3 (Nueva Zelanda, 2009), BOOTES-4 (China, 2012) y BOOTES-5 (México, 2015), completando con esta última, la Red de Telescopios Robóticos en el Hemisferio Norte antes que ningún otro país lo haya logrado.

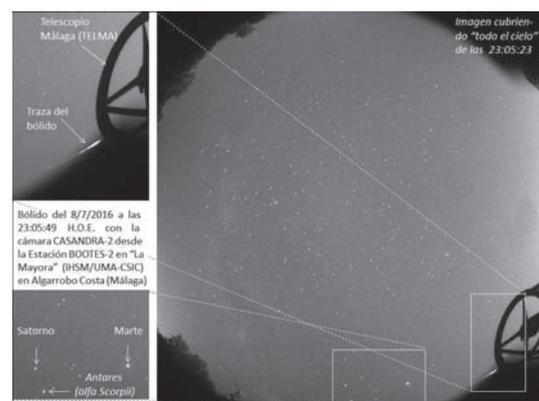


Figura 12. La bóveda celeste en una imagen tomada por la cámara de todo el cielo CASANDRA desarrollada para el proyecto BOOTES en la Estación BOOTES-2 en La Mayora (CSIC), Algarrobo-Costa, mostrando el bólido que surcó los cielos el 9-7-2016.

El objetivo científico principal, perseguido hasta la fecha por los telescopios del proyecto y coordinados desde el IAA-CSIC, es el estudio de las distantes explosiones cósmicas de rayos gamma (abreviadamente GRBs, del inglés *gamma-ray bursts*), los mayores cataclismos del cosmos tras la Gran Explosión que creemos dieron origen al mismo. Este fenómeno acontece, por promedio, unas dos veces al día y está relacionado con colapsos estelares o fusión de dos estrellas de neutrones dando lugar en la mayoría de los casos a un nuevo agujero negro recién nacido en una remota galaxia a miles de millones de años-luz de nosotros. Pero no es el único campo de investigación que se pueda abordar con los telescopios de esta red. Otros ámbitos de estudio son: i) el apoyo y seguimiento de objetos estudiados por misiones espaciales (con la capacidad de realizar observaciones continuadas durante 24 h); ii) la detección de planetas extrasolares (por la técnica de microlente gravitacional); iii) las ocultaciones de estrellas de fondo por cuerpos del Sistema Solar (como el caso de Plutón en 2015); y iv) la detección de contrapartidas de emisores no electromagnéticos (como fuentes de neutrinos y ondas gravitacionales).

Para lograr algunos de estos objetivos desarrollamos, en 2002, la primera cámara de todo el cielo con objetivo "ojo de pez", pionera de una nueva generación de cámaras con una sensibilidad sin precedentes hasta la fecha, convirtiéndose a la postre en una de las tres patentes que han resultado del proyecto. El objetivo a largo plazo es ambicioso: detectar en tiempo real cualquier fuente transitoria que aparezca en la bóveda celeste y alertar de inmediato a telescopios de mayor diámetro, como el TELMA (TELEscopio MALaga) de 60 cm, en la estación BOOTES-2 en Algarrobo Costa (Fig. 12).

La red de Telescopios BOOTES se enmarcó dentro de una colaboración que aglutinó a 14 instituciones de 9 países europeos y que inició su andadura en 2011: el Proyecto GLORIA (*gloria-project.eu*) (Fig. 13). La principal razón de ser del mismo era poner a disposición una red de 17 telescopios distribuidos por todo el planeta, tanto para la comunidad profesional, y amateur como para los ciudadanos de a pie, de manera que se pueda hacer "Ciencia Ciudadana" accediendo a algunos de los telescopios en tiempo real (y hasta por una hora al día). Actualmente estamos trabajando para

que el proyecto tenga continuidad en el futuro próximo.

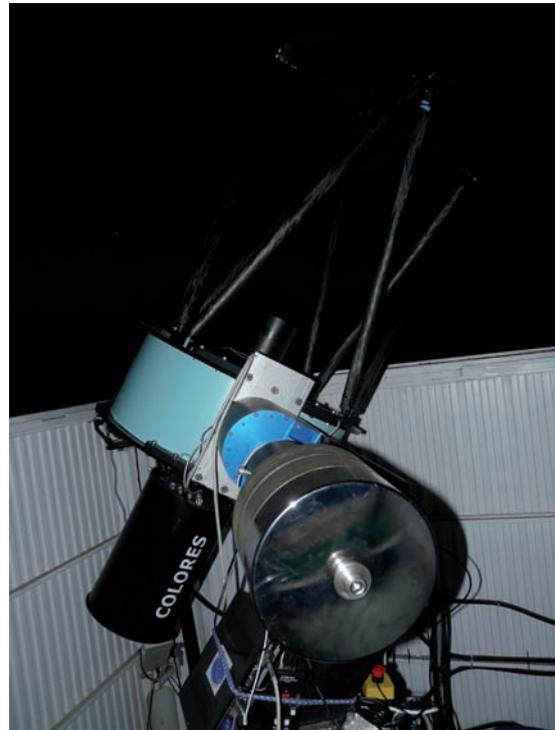


Figura 13. La estación BOOTES-2 en Algarrobo Costa alberga TELMA, el Telescopio Málaga, el de mayor diámetro integrado hasta la fecha en la Red GLORIA.

### EL FUTURO (ASTRONÓMICAMENTE HABLANDO)

Sólo nos aventuramos a dar unas pinceladas de lo que podrán atisbar nuestros descendientes en el próximo milenio (ver artículo de A. J. Castro-Tirado en Tribuna Malagueña del Diario SUR del 31-12-2000 titulado "¡Feliz Milenio!"): hablando a nivel global, el ser humano, ya habrá puesto el pie en Marte (antes del 2050), y explorado el resto del Sistema Solar (siglo XXII), estableciendo las primeras colonias en la Luna y en el planeta rojo (nuevo destino turístico compitiendo con la Costa del Sol). Para el siglo XXV ya se habrán enviado las primeras expediciones a las estrellas cercanas al Sol, en las que a finales del siglo XX se descubrieron los primeros planetas extrasolares del tamaño de Júpiter, y a mediados del siglo XXI, los de tipo terrestre. Para ello tendrá que tener controlado los procesos de fusión nuclear, la anhelada fuente de energía más eficiente, limpia y segura y que es la que permite a nuestro Sol convertir un millón de toneladas de hidrógeno

en helio cada segundo y crear otros elementos químicos en los altos hornos termonucleares de estrellas más masivas, antes de que sus cenizas sean expulsadas al espacio, ceniza de la cual estamos hechos nosotros mismos.

Confiemos en que también y de manera paralela, las grandes desigualdades sociales que han asolado a la humanidad hayan desaparecido de raíz y haya tomado conciencia la idea de una Tierra como aldea global, gigantesca nave espacial en el que todos los seres humanos han vagado *juntos* por el Universo (tras la estela del Sol) a lo largo de varios millones de años. Y quizá antes del siglo XXX, se habrán detectado los primeros indicios de vida en otros planetas de nuestra Galaxia, la Vía Láctea, una de las cincuenta mil millones que pueblan el Cosmos. Sea como sea, no cabe duda que el potencial de los científicos malagueños jugará un importante papel en este aún Universo por descubrir.

Permítanme para terminar, recordar que San Agustín decía: *Nebulosa species apparet (De Genesi ad litteram I, n. 27)*, y que en dicha masa se encontraban los misteriosos gérmenes (*rationes seminales*) de los futuros seres, los cuales habrían de desarrollarse cuando las circunstancias así lo permitieran. Con esta visión precoz de la evolución, y de lo que nos queda por ver, y como antesala a la Noche en Blanco dedicada a las Estrellas que se celebrará mañana les agradezco en la fecha de hoy (Festividad de la Virgen de Fátima), la atención prestada.

#### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- ACEDO DEL OLMO ORDÓÑEZ A.R. 2013. *Abbás ibn Firnás. El sabio de al-Ándalus*. Ed. La Serranía, Ronda.
- ALRUCABA. Revista de la Sociedad Malagueña de Astronomía, Málaga.
- ASTRONOMÍA. Revista mensual de divulgación científica. Equipo Sirius, Madrid.
- CASTRO-TIRADO A.J. 2001. Feliz Milenio. *Diario Sur de Málaga*, 31-XII-2001, pág. 24.
- CASTRO-TIRADO A.J., GÁLVEZ FERNÁNDEZ F. y CASTRO TIRADO M.A. 2013. Manifestaciones astronómicas en Málaga y provincia y retos tecnológicos actuales. *Péndulo* 24: 122-143.
- CLARET A. 2004. Azarquiel y otras historias: Astronomía en Al-Andalus. Ed. Clave, Granada.
- GIMÉNEZ A. y CASTRO-TIRADO A.J. 1998. *Astronomía X*. Equipo Sirius, Madrid.
- HOSKIN M. 1994. Andalucía: Astronomía y prácticas funerarias en el mediodía ibérico, en BELMONTE AVILÉS J.A. (coord.): *Arqueoastronomía Hispana*. Equipo Sirius, Madrid.
- INFORMACIÓN Y ACTUALIDAD ASTRONÓMICA. Revista del Instituto de Astrofísica de Andalucía del CSIC.
- MORRISON P., EARNES C. y EAMES R. 1984. *Potencias de Diez*. Labor, Barcelona.
- SÁNCHEZ-MORENO F.M., CEDAZO R., GONZÁLEZ E., CASTRO-TIRADO A.J., CUESTA L., SERRA-RICART M., MUÑOZ V. y PÉREZ DEL PULGAR C. 2012. La Red de Telescopios GLORIA. *Astronomía* 153: 80.
- VERNET J. y SAMSÓ J. 1992. *El legado científico andalusí*. Ministerio de Cultura y Ministerio de Asuntos Exteriores, Madrid.