





# **BOLETÍN DE LA ACADEMIA MALAGUEÑA DE CIENCIAS**



***Editora***

Blanca Díez Garretas

VII época. Volumen 18

Málaga 2016

## **BOLETÍN DE LA ACADEMIA MALAGUEÑA DE CIENCIAS**

Revista publicada por la Academia Malagueña de Ciencias, dedicada al fomento y difusión de las Ciencias Naturales, Tecnológicas, Biosanitarias, Sociales y Humanidades. Se edita con periodicidad anual.

### **Consejo Editorial**

Alfredo Asensi Marfil, José Becerra Ratia, Luis Linares Girela, Manuel Costa Talens, Vicente Gómez Navas, Juan Lucena Rodríguez, Salvador Rivas-Martínez, Mercedes Vico Monteoliva.

### **Correspondencia**

Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias  
C/ Moratín, nº 4, 1º B. 29015-Málaga  
E-mail: [bdgarretas@uma.es](mailto:bdgarretas@uma.es)  
Dirección página Internet: [www.academiamalaguenadeciencias.com](http://www.academiamalaguenadeciencias.com)

Edita: ©Academia Malagueña de Ciencias  
Realización y Administración: Academia Malagueña de Ciencias  
Imprime: IMAGRAF, Málaga  
Depósito Legal: MA-1.436-2000  
ISSN: 1885-1495  
Publicado: Diciembre 2016



# BOLETÍN DE LA ACADEMIA MALAGUEÑA DE CIENCIAS

*Bol. Acad. Malag. Cienc. 18. 2016*

---

---

NUM. 18

DICIEMBRE DE 2016

ÉPOCA VII

---

---

## S U M A R I O

### **DISCURSOS DE INGRESO EN LA ACADEMIA:**

---

6000 AÑOS OBSERVANDO LAS ESTRELLAS. DESDE MENGA Y AL-ANDALUS A LOS CONFINES DEL UNIVERSO  
Alberto J. Castro Tirado

DISCURSO DE RECEPCIÓN AL INGRESO COMO ACADÉMICO DE NÚMERO DE ALBERTO J. CASTRO TIRADO  
Ignacio Núñez de Castro

DE GÓDEL AL APRENDIZAJE PROFUNDO: UNA VISIÓN PERSONAL DE LA INFORMÁTICA  
Rafael Morales Bueno

DISCURSO DE RECEPCIÓN AL INGRESO COMO ACADÉMICO DE NÚMERO DE RAFAEL MORALES BUENO  
Fernando Orellana Ramos

### **CONFERENCIAS:**

---

RECREACIÓN DEL PUERTO DE MÁLAGA EN EL ÚLTIMO TERCIO DEL SIGLO XIX. UN SINGULAR CAMINO ENTRE  
LA CIENCIA Y EL ARTE  
Vicente Gómez Navas

### **COMUNICACIONES CIENTÍFICAS:**

---

VICTORIA KENT, POLÍTICA Y ABOGADA MALAGUEÑA  
María Pepa Lara García

APUNTE BIOGRÁFICO Y CIENTÍFICO DEL DR. ROMÁN CASARES BESCANSÀ  
Leandro Olalla Mercadé

LOS MONTES SUBMARINOS DE LA PLATAFORMA MARGINAL DE MOTRIL, MAR DE ALBORÁN: INTERACCIÓN  
CON LAS MASAS DE AGUA PROFUNDA  
Desirée Palomino, Juan Tomás Vázquez, Gemma Ercilla, Belén Alonso y  
Nieves López González

CONSIDERACIONES A PROPOSITO DEL POZO DEL DOLMEN DE MENGA, ANTEQUERA  
Luis Linares Girela

COOPERACIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL PARA LA GESTIÓN PESQUERA DEL MAR MEDITERRÁNEO: UN  
SIGLO DE PRESENCIA DEL CENTRO OCEANOGRÁFICO DE MÁLAGA (IEO)  
Juan Antonio Camiñas

EL CASTILLO DE SAN LORENZO: ORTO Y OCASO DE UNA DEFENSA MARÍTIMA  
Francisco Cabrera Pablos

LA RECUPERACION DEL CAMINITO DEL REY  
Luis Machuca Santa-Cruz

EL MOVIMIENTO EN MASA DE BREZ (PICOS DE EUROPA, CORDILLERA CANTÁBRICA)  
Augusto Rodríguez García, Francisco Nozal y Ángela Suárez Rodríguez

**ACTIVIDADES REALIZADAS:**

---

CURSO ACADÉMICO 2015-2016  
Eduardo Conejo Moreno

**IN MEMORIAM:**

---

ILMO. SR. D. MIGUEL ÁLVAREZ CALVENTE  
JUAN LUCENA RODRÍGUEZ

ILMO. SR. D. MANUEL CASCALES AYALA  
FERNANDO ORELLANA RAMOS

ILMO. SR. D. JUAN CASTILLÓN FERNÁNDEZ  
ENCARNACIÓN FONTAO REY

ILMO. SR. D. JOSÉ MANUEL PÉREZ ESTRADA  
ALFONSO VÁZQUEZ GARCÍA

ILMO. SR. D. JOSÉ LUIS FERNÁNDEZ NAVARRO  
ENCARNACIÓN FONTAO REY

La **ACADEMIA MALAGUEÑA DE CIENCIAS** proclama absoluta libertad de expresión en su seno, pero en las obras de cada autor que en este volumen se reproducen, éste será el único responsable de sus opiniones y de la totalidad de la misma.



---

DISCURSOS DE INGRESO  
EN LA ACADEMIA

---



## 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.

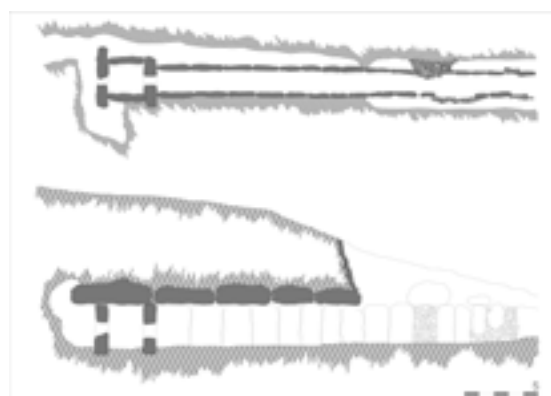


Figura 1. Plano del Dolmen Cueva de Viera, Antequera.

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).

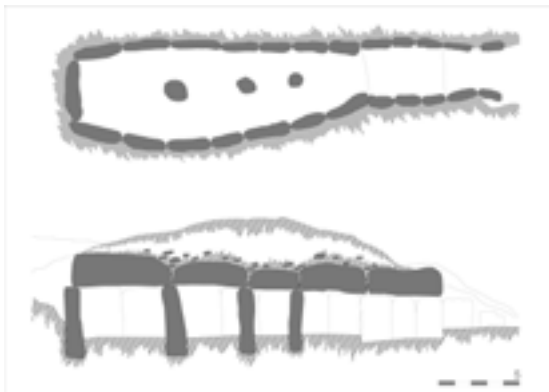


Figura 2. Plano del Dolmen de Menga, Antequera.

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.

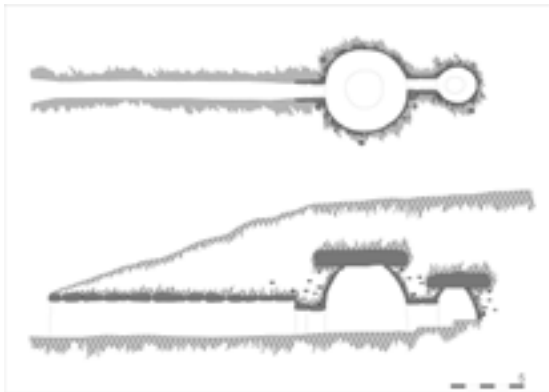


Figura 3. Plano del Dolmen Cueva del Romeral, Antequera.

### 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. Amstrong (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 ecuatorios 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.

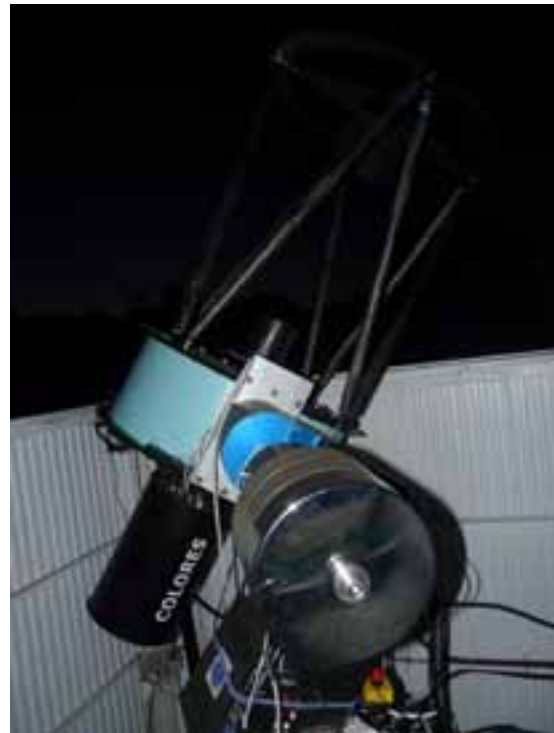


Figura 13. La estación BOOTES-2 en Algarrobo Costa alberga TELMA, el Telescopio Málaga, el de mayor diámetro integrado hasta la fecha en la Red GLORIA.

### 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.



## DISCURSO DE RECEPCIÓN AL INGRESO COMO ACADÉMICO DE NÚMERO DEL ILMO. SR. D. ALBERTO J. CASTRO TIRADO

Ignacio Núñez de Castro  
Numerario de la Academia Malagueña de Ciencias

La Academia Malagueña de Ciencias se honra esta tarde en recibir como Académico de número al joven Investigador malagueño Ilmo. Sr. D. Alberto Javier Castro Tirado, Doctor en Ciencias Físicas y Profesor de Investigación del Instituto de Astrofísica de Andalucía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Alberto nació en Málaga en 1966, estudió en el Colegio de los Olivos de los PP. Agustinos, cultivando la afición por la Astronomía en el seno de la Sociedad Malagueña de Astronomía. Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada (etapa durante la cual fue colegial del Colegio Mayor Loyola de la Compañía de Jesús); Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Copenhague en 1994; contratado por el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, pasó al Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el año 2000, donde continúa en la actualidad como Profesor de Investigación.

Obtuvo el Premio Holanda de Investigación para jóvenes científicos, primero en la fase nacional, en Madrid en 1987, y en la fase internacional en el mismo año en París. Obtuvo también, conjuntamente con otros 17 científicos, el Premio Descartes de la Unión Europea en Munich, en el año 2002, por el trabajo realizado en el campo de estallidos cósmicos de rayos-gamma.

Ha publicado más de 290 trabajos en revistas arbitradas de amplia difusión, entre ellas una docena en las revistas *Science* y *Nature*. Pero quizá su aportación más importante a la Ciencia es la realización del Proyecto BOOTES (*Burst Observed and Optical Transients Exploring System*). Tal vez pueda extrañar el nombre BOOTES; este nombre es un acrónimo que describe en inglés el sistema robótico diseñado por Alberto para la observación continua del cielo. BOOTES además es el nombre latino de la constelación del boyero (βοώτης) en griego,

citada en el Libro tercero de los *Fasti* de Publio Ovidio Nason.

*Cum croceis rorare genis Tithonia coniunx  
coeperit et quintae tempora lucis aget, sive  
est Arctophylax, sive est piger ille Bootes,  
mergetur visus effugietque tuos.*

Que podíamos libremente traducir:

Cuando la Aurora, esposa de Tithonius, comience a esparcir sus azafranadas mejillas, a la hora quinta, la constelación llamada Arctophylax o Bootes el perezoso, se ocultará a la visión y huirá de tus ojos.

Pues bien, en el caso de Alberto, el proyecto BOOTES no ha sido ciertamente "BOOTES el perezoso" (*piger ille*, que diría Ovidio). Ya en 1998 comenzó el inicio de las observaciones con el telescopio BOOTES-1 en Huelva, a la que siguió BOOTES-2 en Málaga 2001 en la finca "la Mayora" del CSIC en Algarrobo; saltando al exterior en BOOTES-3 a Nueva Zelanda en 2009 y BOOTES-4 en Lijiang (China continental) en 2012. El salto más reciente, ha sido el recientemente inaugurado en México BOOTES-5, que juntamente con los proyectados en Chile y Sudáfrica, complementarán la observación automática en los cinco continentes y en los dos hemisferios, facilitando así la observación del cielo en la noche en tiempo continuo. Parafraseando el dicho de que "en los dominios de Felipe II nunca se ponía el sol", podríamos decir: "en el Proyecto BOOTES nunca aparece el sol", siempre es de noche.

Alberto descubrió en el año 1992, el GRS-1915+105, el microcuásar galáctico y agujero negro más masivo de nuestra Galaxia. Los microcuásares son sistemas binarios en los que una estrella normal y un agujero negro orbitan alrededor de un centro de masa común siendo expulsada parte de la masa acreta por la estrella, alrededor del agujero negro, en forma de dos chorros diametralmente opuestos con velocidades próximas a la de la luz. Igualmente,

en 1997 Alberto descubrió una nueva estrella de neutrones en nuestra Galaxia, estrella sorprendida en una fase de transición entre los magnetares y las estrellas de neutrones aisladas y muy envejecidas.

Con una gran visión práctica Alberto ha pasado también a transferir sus conocimientos a la industria. Ha desarrollado una cámara para abarcar todo el cielo (patente CSIC-INTA, licenciada a una empresa). El uso de esta cámara se está extendiendo a toda la península con objeto de detectar bólidos y recuperar los meteoritos que caigan en toda la geografía nacional. Ha publicado más de 50 artículos de divulgación científica. Muchas veces le hemos visto actuar en televisión con el fin de dar a conocer al gran público los descubrimientos del cielo. Igualmente ha publicado libros como *Macroestructuras del Universo. Cúmulos y supercúmulos de Galaxias*, Sirius, Madrid, 1990 y *Astronomía X Sirius*, Madrid, 1998.

El Instituto de Astrofísica de Andalucía, tiene su germen en Granada en 1971, tras el acuerdo de la Compañía de Jesús, fundadora y propietaria del Observatorio de Cartuja (1902), con la Universidad de Granada. El Observatorio de Cartuja, erigido y dirigido por la Compañía de Jesús, ha tenido una vida aproximada de un siglo. El observatorio fue concebido, como un anejo a los estudios de Filosofía y Teología del Colegio Máximo de Cartuja, donde se formaban los jóvenes jesuitas. La Compañía de Jesús seguía así una antigua tradición, comenzada en el Colegio Romano, fundado por San Ignacio en 1551 al *modus Parisiensis*. El Colegio Romano fue dotado de una Cátedra de Matemáticas que regentó durante 14 años el P. Christophorus Clavius, S. J., nacido en Alemania y educado en Bamberg a quien se debe la reforma del calendario gregoriano. Sus tratados sobre Euclides (*Euclides elementorum libri XV*) le valieron el sobrenombre de Euclides del Siglo XVI. Galileo Galilei en su primer viaje a Roma, a la edad de 23 años, cuando aún no era famoso, pero deseando la excelencia, acudió a las clases del P. Clavius de donde se derivó una gran amistad entre Galileo y el P. Clavius hasta la muerte del viejo profesor en 1612, como demuestra una amplia correspondencia epistolar. La escuela del P. Clavius de Roma se extendió por toda Europa e incluso llegó hasta la China con la pléyade de jesuitas europeos que, encabezados por el gran P. Mateo Ricci, abrieron el Observatorio Imperial chino.

Era la costumbre en los colegios universitarios de los jesuitas que, junto a las Cátedras de Filosofía Natural, se abriera un observatorio astronómico. Se pueden contar una serie de jesuitas, discípulos del P. Clavius, que trabajaron en Roma: los padres Lembo, Malcotius, Grienberger, Grassi. Así como El P. Scheiner en Ingolstadt, constructor de sus propios telescopios con lentes ahumadas, quien escribió el primer tratado de heliografía, *Rosa Ursina sive Sol* y disputó con Galileo la prioridad en el descubrimiento de las manchas solares. Otros muchos jesuitas, profesores de Filosofía Natural, han sobresalido en la historia de la Astronomía; destacamos al célebre P. Athanasius Kircher y al dálmata P. Roger Boscovich, nacido en Ragusa (hoy Dubrovnik, Croacia). Es curioso observar que el primer observatorio del hemisferio Sur de América Latina, fue construido en la Misión guaraní de San Cosme y San Damián por el P. Buenaventura Suárez, quien perfeccionó su propio instrumental.

La tradición de los jesuitas en astronomía y geofísica comienza en España con la creación del observatorio astronómico del Colegio Imperial de Madrid, primero que se funda en España, incluso antes que el de Cádiz. Después de la restauración de la Compañía de Jesús en 1814 volvió a recuperarse la tradición de los observatorios jesuíticos junto a las casas de formación. Cabe destacar en esta época de la Compañía de Jesús al P. Angelo Secchi, pionero de la astrofísica, quien publicó más de 500 artículos en revistas científicas y estudió los espectros de las estrellas, clasificándolas en cuatro clases, base de la actual clasificación de Harvard; igualmente, reseñamos los padres Stephen Joseph Perry en Inglaterra y al P. Romaña en España en el Observatorio del Ebro.

En el siglo XIX, los jesuitas instalaron una red de 51 estaciones sismológicas en China, Manila, América del Sur y América del Norte, algunas de ellas muy importantes, como las de La Paz (Bolivia) y Bogotá (Colombia). Entre los sismólogos jesuitas el más destacado es el P. Macelwane (1883-1956) quien en 1925 organizó la *Jesuit Sismological Association* y fundó el Departamento de Geofísica de la Universidad de Saint Louis (Missouri), uno de los primeros de Estados Unidos.

A finales del siglo XIX, la Compañía de Jesús adquiere la finca del cercado alto de

Cartuja (Granada) a la familia Pérez del Pulgar y comenzó a edificarse el Colegio Máximo de Cartuja, que fue inaugurado en 1891. El P. Granero S. J., Rector desde 1897 del Colegio Máximo de Cartuja, enseguida acarició la idea de la creación de un Observatorio en Granada a semejanza de cómo se había hecho en otras casas de formación de los estudiantes jesuitas. Se desplazó a Francia e Italia, para recabar asesoramiento y en 1902 se inauguró el Observatorio Astronómico y Sismológico de Cartuja. En los primeros años el Observatorio orientó su investigación a las observaciones de nebulosas y estrellas dobles, además de la confección de los primeros registros meteorológicos. Igualmente en 1903 comienza la publicación del *Boletín del Observatorio de Cartuja*. Entre los aportes científicos del Observatorio de Cartuja destaca la obra del jesuita malagueño, nacido en 1867, el P. Manuel Sánchez Navarro-Newmann, Doctor en medicina y cirugía (1893). La estación de sismología adquirió pronto gran importancia al ser el observatorio más cercano a la zona sísmica más relevante de España. Desde 1908 el P. Navarro-Newmann se ocupó del desarrollo y perfeccionamiento de los sismógrafos utilizados en el Observatorio, primero de tipo mecánico con registros en papel ahumado y, más tarde, electromagnéticos de registro fotográfico, contruidos por él mismo. Además de sus más de 300 artículos científicos de muy diversa índole, publicó en 1916 el primer texto de sismología en español, titulado *Terremotos, sismógrafos y edificios*, obra que recoge el estado de esta ciencia en su época, con aportaciones originales sobre las características de los terremotos, propagación de ondas sísmicas, instrumentación sismológica y comportamiento de los edificios bajo la acción de los terremotos.

A partir del primer tercio del siglo XX, la actividad astronómica del Observatorio de Cartuja fue decayendo como resultado de la contaminación lumínica, al ir creciendo la ciudad de Granada en sus inmediaciones y, sobre todo, por el peso creciente de la sección de sismología. En 1966 la iniciativa del P. Teodoro Vives y del H. Merlo, junto con la donación de un telescopio de 32 cm de diámetro por la Universidad jesuítica de Georgetown (Washington D. C., USA), culmina con la construcción en el Mojón de Trigo, en Sierra Nevada, a una altura de 2606 metros de un pequeño observatorio. Por aquellos

años llegan también a Granada dos jóvenes investigadores, Licenciados en Ciencias Físicas, D. Ángel Rolland y D. José M<sup>a</sup> Quintana, para hacer su tesis doctoral, quienes junto con D. Eduardo Battaner son los verdaderos gérmenes humanos del actual Instituto de Astrofísica de Andalucía. En 1971 la Compañía de Jesús cedió a la Universidad de Granada la dirección y uso del Observatorio de Cartuja y en 1989 el Observatorio pasa a ser la sede del Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos de la Universidad de Granada.

En la actualidad el Instituto de Astrofísica de Andalucía es un centro de investigación dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, creado como centro propio en julio de 1975. En 1980, año en el que el Observatorio del Mojón del Trigo sufrió una avería, se creó el Observatorio de Sierra Nevada. Sus actividades están relacionadas con la investigación en el campo de la astrofísica y el desarrollo de instrumentación para telescopios y vehículos espaciales. Tiene como vecino un radiotelescopio de los mayores del mundo, del Instituto de Radioastronomía milimétrica (IRAM, Francia-España-Alemania), capacitado para captar objetos celestes en este rango con una sensibilidad más alta en comparación con cualquiera de otros telescopios convencionales.

Sus programas científicos abarcan cuatro grandes áreas de la astrofísica: a) sistema solar; b) formación, estructura y evolución estelares; c) estructura y evolución galácticas y d) cosmología. En la actualidad los investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía operan en el Observatorio de Sierra Nevada, conjuntamente con el Instituto Max-Planck de Heidelberg y el Observatorio de Calar Alto. Con el tiempo el Instituto de Astrofísica de Andalucía se fue consolidando y ampliando su campo de investigación a los fenómenos extragalácticos y radioastronomía. En 1986 se inauguró la nueva sede, ampliándose la instrumentación y el personal investigador.

Todos los grandes hombres han tenido la capacidad de mirar al cielo. Abrahán contaba estrellas; en el libro del Génesis se nos narra que Dios dijo a Abrahán: *Mira al cielo y cuenta las estrellas si puedes. Así será tu descendencia* (Gn 15, 5). Dios, sí que cuenta el número de las estrellas y las llama a cada una por su nombre, como hace el Buen Pastor con sus ovejas, nos dice el Salmo 147.

El rey Salomón, nos narra el *Libro de la Sabiduría*, dio gracias a Dios porque le concedió el conocer *la sucesión de los solsticios y el relevo de las estaciones, los ciclos anuales y la posición de las estrellas* (Sab 7, 18-19). Platón, según Timeo, afirmaba que *las estrellas fijas, son seres vivos divinos e inmortales que giran según lo mismo, en el mismo punto y permanecen siempre.*

También los poetas han mirado al cielo. Fray Luis de León alzaba la vista en la *Noche serena* y cantaba:

*Cuando contemplo el cielo  
de innumerables luces adornado,  
y miro hacia el suelo  
de noche rodeado,  
en sueño y en olvido sepultado;*

y llorando ardientemente seguía:

*Morada de grandeza,  
templo de claridad y hermosura,  
el alma que a tu alteza  
nació, ¿qué desventura  
la tiene en esta cárcel baja, oscura?*

Y el místico poeta indio Rabindranath Tagore preguntaba al cielo:

*Pero te ruego, Señor: ¿podría saber antes de abandonarla, por qué esta tierra me tuvo entre sus brazos?*

*Y, ¿qué me quiso decir la noche con sus estrellas?*

Y la respuesta a esta gran pregunta también la encontró Tagore en las mismas estrellas y dirigiéndose a Dios decía:

*Comprendo la escritura de tus estrellas  
con que nos explicas el cielo.*

Ciertamente, todavía tienen las estrellas muchas cosas que contarnos, ¡¡Son tantas!! Hoy nos alegramos por esta realidad de jóvenes investigadores que siguen mirando al cielo y contando las estrellas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

CAJA GENERAL de AHORROS de GRANADA. 2003. *Observatorio de Cartuja, 1902-2002*. Obra Social. Proyecto Sur Industrias Gráficas, Granada.

O'NEILL CH. E. y DOMÍNGUEZ J.M. 2001. *Diccionario Histórico de la Compañía de Jesús, Biográfico-Temático*. Tomos I, II, III y IV, Institutum Historicum S. I. Universidad Pontificia Comillas, Madrid.

UDINAS VALLINA, A. 2014. *Los jesuitas y la ciencia. Una tradición en la Iglesia*. Ediciones Mensajero, Grupo de Comunicación Loyola, Bilbao.

# DE GÖDEL AL APRENDIZAJE PROFUNDO: UNA VISIÓN PERSONAL DE LA INFORMÁTICA

Rafael Morales Bueno

Discurso de ingreso como Académico de Número, 1 de junio de 2016

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Rafael Morales García y María Luz Bueno Hermoso, por haberme dado la vida y enseñarme a vivirla. A mi mujer e hijos, Mariló Becerra, Carlos y Ana, son lo mejor que me ha ocurrido en la vida.

Habría muchas personas que tendría que citar, pero solo cito dos malagueños: La señorita Loli Molina y D. Juan Ruano, ejemplos de total dedicación y entusiasmo por la enseñanza. Sean las siguientes líneas un homenaje a todos ellos.

## LA INFORMÁTICA EN MÁLAGA: INDUSTRIA Y TITULACIONES

Dado que soy la primera persona procedente de la ETS de Ingeniería Informática de la Universidad de Málaga que se incorpora a la Academia Malagueña de Ciencias, voy a hablar brevemente de los orígenes de la Informática en Málaga desde la perspectiva industrial y desde la académica, pues de Despeñaperros para abajo hemos sido pioneros. Comenzaré con el pasado industrial.

En 1955, Siemens abre su centro de Málaga para la fabricación de componentes (Fig. 1).



Figura 1. Fábrica de Siemens en Málaga.

En 1964 se instala una fábrica en Martiricos, la fábrica de aparatos telefónicos de CITESA (Compañía Internacional de Telecomunicación y Electrónica, S.A).

En 1975 se crea Secoinsa (Sociedad Española de Comunicaciones e Informática) bajo los auspicios del INI y con la colaboración de Telefónica. En 1977 está funcionando su fábrica en Málaga, donde también tuvo departamento de I+D (Fig. 2).

Este origen industrial se puede considerar la semilla del PTA, y ahora con el impulso dado en Málaga, nuestra ciudad está a la cabeza de las Smart cities.



Figura 2. Fábrica de Fujitsu en el Polígono del Guadalhorce, Málaga.

En este contexto de referencia industrial en Informática y Telecomunicaciones en el sur de España, la Escuela de Peritos consideró muy apropiado que se impartiera en Málaga la titulación de Diplomado en Informática (recientemente creada). Tras la correspondiente solicitud, en 1982 se crea la Escuela Universitaria Politécnica, que junto con las titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial, impartió desde octubre de 1983 la Diplomatura de Informática (la primera al sur de Despeñaperros), posteriormente convertida en Ingeniería Técnica Informática.



Figura 3. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Teatinos, Málaga.

En 1988 se crea la Facultad de Informática (también la primera en el sur de España), que cambió su denominación a la actual de ETS de Ingeniería Informática en 1995 (Fig. 3).

Vaya mi recuerdo para quienes han dirigido este centro: Francisco Triguero, José María Troya, que tristemente ya no está con nosotros y al actual, aquí presente, Ernesto Pimentel.

También un afectuoso saludo a Javier López, Director del Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Este departamento fue el origen de los diversos departamentos vinculados a la Informática en la Universidad de Málaga.

## INTRODUCCIÓN

Considero a la Informática como una ciencia, que tiene sus propios principios, métodos y problemas abiertos y este es el enfoque adoptado aquí.

El siguiente párrafo está adaptado de: *The nature of computation*, Moore & Mertens, Oxford U.P. 2011.

*Las ciencias que nos enseñan y nos inspiran tratan con los fundamentos. La Biología intenta comprender la naturaleza de la vida, desde las células hasta los organismos complejos. La Física busca descubrir las leyes de la naturaleza, desde la escala subatómica hasta la escala cósmica. Investigar en estas cuestiones está entre las razones que hacen que la vida merezca la pena ser vivida. Perseguir respuestas a ellas es una de las mejores cosas que los seres humanos pueden hacer.*

*La Informática, desde este punto de vista, intenta comprender por qué y cómo algunos problemas son fáciles y otros difíciles. Y esto no es cuestión de cómo de rápidos son nuestros ordenadores, más bien es una cuestión sobre la estructura de esos problemas, y como esas*

*estructuras nos ayudan a resolver esos problemas o frustran nuestro intento de hacerlo. Esto nos lleva a cuestiones sobre la naturaleza de la demostración matemática, y más aún, a cuestiones relacionadas con la inteligencia y con la creatividad.*

Comenzaré con un repaso histórico, en donde el hito clave es el Teorema de Gödel: antes de su desarrollo no había modelos formales que sustentaran la Informática; tras ese resultado de 1931, y en esa década del siglo XX, se consolidan los modelos formales que, por una parte, permitieron construir máquinas que fueron las realizaciones reales de esos modelos teóricos, y por otra parte, sentaron una base precisa para poder razonar, demostrar o refutar.

Posteriormente, trataremos sobre los problemas que son fáciles de comprobar pero difíciles de resolver. De ahí pasaremos al aprendizaje, a partir de grandes volúmenes de datos y al aprendizaje profundo.

Comenzaremos por el punto clave del nacimiento de la Informática como ciencia, con un enfoque que pueda ser comprendido por una amplia variedad de lectores.

## ¿SE PUEDEN AUTOMATIZAR LAS SENTENCIAS JUDICIALES?

¿Por qué planteo esta cuestión? El 26 noviembre de 2015, decía un abogado en su blog: *El martes tuve el gusto de participar en el acto de la Sección TIC, que preside Paloma Llaneza en el Colegio de Abogados de Madrid, en el cual se nos planteó una curiosa interrogante ¿Podrá la Inteligencia Artificial terminar con los abogados?*

El debate se suscita a raíz de la aparición de herramientas tecnológicas desarrolladas en IBM Watson y las opiniones fueron diversas.

En la misma dirección, el pasado viernes 13 mayo de 2016 aparecía en el diario Sur: *La*

*Inteligencia Artificial ejerce como abogada. Baker & Hostetler se suman a la tecnología para resolver los litigios de sus clientes. La última contratación de la firma de abogados estadounidenses no es un prestigioso letrado, ni tampoco un recién licenciado. Conocemos su nombre: Ross. Sus padres son IBM Watson y la principal característica de este nuevo abogado es que es un sistema de inteligencia artificial.*

Entonces, volviendo a si se pueden automatizar las sentencias judiciales, comenzaré preguntando al amable lector: *¿qué le pediría a una sentencia judicial?* Supongo que, tras un momento de reflexión, diría: *que sea justa*. Si quisiéramos ser un poco más explícitos, diríamos que la sentencia debe condenar a los culpables y no condenar a ningún inocente. Esto lo voy a expresar separando esos dos deseos en dos conceptos:

El sistema debe ser COMPLETO: todos los culpables de forma demostrada deben ser condenados.

El sistema debe ser CONSISTENTE (NO CONTRADICTORIO): ningún inocente debe ser condenado.

Pues bien, afirmo que un SISTEMA no puede ser a la vez CONSISTENTE y COMPLETO.

¿Qué significa esto? Lo voy a expresar como si estuviera hablado con ciudadanos de dos países.

Supongamos que un ciudadano del país PRUDENTIAL dice: En mi país se ha implantado un sistema automático de dictar sentencias judiciales, que garantiza que ningún inocente es condenado (CONSISTENTE).

Entonces yo le diría, pues puede estar seguro de que hay culpables que están en la calle (INCOMPLETO).

Por otra parte, supongamos que un ciudadano del país SAFE dice: Pues en mi país se ha implantado un sistema automático de dictar sentencias judiciales, que garantiza que todos los culpables son condenados (COMPLETO).

Entonces yo le diría, pues puede estar seguro de que hay inocentes que están en la cárcel (INCONSISTENTE). Es decir, y repito lo ya dicho, un SISTEMA, con un mínimo de complejidad, no puede ser a la vez CONSISTENTE y COMPLETO.

Y esto es en esencia lo que dice el Teorema de incompletitud de Gödel (Fig. 4). Destaco que

es un teorema, que tiene su demostración, con lo cual es una verdad demostrada y por tanto irrefutable.

El ejemplo de las sentencias judiciales sirve para que se pueda entender el teorema. La correspondencia entre el ejemplo y el teorema sería la siguiente: en el teorema se parte de un sistema axiomático (en el sistema judicial serían los hechos del caso, el derecho natural y las leyes vigentes); en el teorema se hacen deducciones lógicas (en el sistema judicial se hacen deducciones razonadas); en el teorema se plantea si todas las verdades son demostrables (completo) y solo ellas (consistente). En el sistema judicial se plantea si todas las culpabilidades son condenadas (completo) y solo ellas (consistente).



Figura 4. Kurt Gödel (1906-1978).

En todo este razonamiento, la palabra clave es "automático", es decir, que se pueda hacer mediante un dispositivo (real o formal) que actúe de forma "automática" independiente del ejecutor.

Lo que es clave en el teorema de Gödel es que definió un modelo formal. Esto no lo había hecho nadie antes y sobre la base de ese modelo formal se desarrollaron una serie de modelos formales que posteriormente tuvieron su correspondencia con modelos reales de ordenadores, que nos llevan hasta los ordenadores actuales.

Situados pues en el punto central del nacimiento de la Informática (el teorema de Gödel); vamos a ir ahora desde los primeros tiempos hasta ese punto; y después avanzaremos desde Gödel hasta la época reciente.

Si el lector así lo desea, puede omitir el pasado e ir a la sección titulada "La confluencia de ideas de 1936", sin perder continuidad.

## LA ANTIGÜEDAD

Se puede decir que desde los babilonios (que describen procedimientos para resolver ciertas ecuaciones cuadráticas y algunos problemas de superficie de triángulos), los científicos han estado siempre interesados en los cálculos. Han buscado caminos para hacer los cálculos más fáciles y han intentado reducir la resolución de problemas a una cuestión de realizar cálculos. También es conocido este objetivo en Egipto: el papiro de Rhind (hacia 1650 a. C.) incluye reglas para realizar operaciones entre números, soluciones de ecuaciones de primer grado y cálculos de áreas y volúmenes de figuras geométricas. Solo se dan ejemplos, sin una sistematización.

También en Grecia se utilizaron procedimientos para resolver problemas: tanto geométricos como aritméticos. Quizás el ejemplo más conocido sea el algoritmo de Euclides sobre el cual haré tres comentarios:

1. Aunque venga descrito en sus *Elementos*, libro 7, proposiciones 1 y 2, no se debe a él, pues Eudoxo, anterior a Euclides, ya lo usaba.
2. Actualmente se usa para calcular el máximo común divisor de dos números, pero su origen es geométrico y, mediante el proceso de ir cortando al segmento largo la longitud del corto, intercambiar y repetir el proceso, se llega a demostrar si una medida es conmensurable o inconmensurable respecto a otra (de este último tipo es la relación entre el lado de un cuadrado y su diagonal).
3. Euclides mostró que el algoritmo funciona para tres iteraciones (el método de inducción no se formalizó hasta el siglo XVII).

Los griegos y romanos desarrollaron métodos para realizar las operaciones elementales; en sus métodos usaban un ábaco

de piedrecitas (*calculi*) de donde procede la palabra cálculo. Entre los romanos la palabra *calculator* designaba dos tipos de profesiones: de una parte a los maestros que enseñaban a usar ese ábaco, de otra a los contables que existían en las casas de los grandes patricios.

El ábaco fue usado en China y Japón. Aunque se cree que lo inventaron los chinos y que pasó de Oriente a Europa, la constancia científica es que en fechas similares aparecen referencias a ábacos en Grecia y en China. Una obra anónima china (200-100 a. C.) de título *Jiuzhang Suanshu* (El arte del cálculo en nueve capítulos) describe un algoritmo para resolver un sistema de  $n$  ecuaciones con  $n$  incógnitas, incluyendo varios ejemplos.

## EL ORIGEN DE LA PALABRA ALGORITMO

Volviendo al concepto de algoritmo vamos a ver de donde procede esa palabra. Durante el siglo X, bajo el califato de al-Ma'mun (Fig. 5) y con su patrocinio, floreció en Bagdad una especie de academia de ciencias denominada *La casa de la sabiduría*.

En este centro del saber se concentraban muchos sabios de distintas ramas de conocimiento.

(Se denomina al-Ma'mun al califa, nacido c. 13 de septiembre de 786 -muerto el 9 de agosto de 833, hijo del legendario Harun Al-Rashid, el califa intelectual y poeta que inspiró la famosa obra *Las mil y una noches* y quien dio inicio al período conocido como la Edad de Oro del islam. Wikipedia).

El miembro de *La casa de la sabiduría*, del que vamos a hablar, es el más importante desde el punto de vista de la Informática: Abu Ja'far Mohammed ibn Mûsâ al-Khwarizmî (780-850) (padre de Ja'far, Mohammed, hijo de Moisés, natural de Khwarizm, pequeña ciudad rusa de Khiva) (Fig. 6). De su nombre procede la palabra algoritmo cuya forma original era algorismo, que se vio corrompida por la influencia de la palabra aritmética (también de aquí procede la palabra guarismo = cifra).

Polifacético como sus compañeros, tiene contribuciones en astronomía, geografía e historia. Sobre métodos de cálculo escribe un libro que da origen a la palabra álgebra: *Kitab al jabr w'alal-muqabala* (Reglas de restauración y reducción).



Figura 5. El califa al-Ma'mun en un manuscrito medieval. Wikipedia.



Figura 6. Sello emitido el 6 de septiembre de 1983 en la Unión Soviética conmemorando el aniversario 1200 (aprox.) del matemático persa. Wikipedia.

Como curiosidad señalo que el significado de álgebra como “restauración y reducción de miembros” era de uso común todavía en el siglo XVI en España; así, en el Quijote se usa al término algebrista en el sentido de traumatólogo (reductor de miembros).

La finalidad del Algebra de al-Khwârizmî era presentar los métodos más útiles y generales para resolver ciertos problemas algebraicos. Sus métodos para hacer las operaciones elementales son simplificaciones de métodos anteriores, pero aún así son difíciles de hacer con lápiz

y papel. Dos siglos después, al-Uqlîdisî, matemático de Damasco, adaptó los algoritmos de al-Khwârizmî a métodos más apropiados para realizarlos con lápiz y papel.

### RAIMUNDO LULIO

Sabemos que la matemática persa influyó en los árabes y a través de ellos llegó a España y desde aquí al resto de Europa.



Figura 7. Raimundo Lulio (ca. 1232-ca. 1316).

En concreto, los árabes inspiraron a Raimundo Lulio (ca. 1232 - ca. 1316) como sigue: Raimundo fue en peregrinación a Tierra Santa; a su vuelta decidió dedicarse a predicar la doctrina cristiana entre los árabes: pasó 9 años estudiando lengua árabe y debió entrar en contacto con la obra de los matemáticos árabes (Fig. 7).

Los métodos algorítmicos le sugirieron, hacia 1300, su obra *Ars Magna*, como un procedimiento general de base combinatoria para hallar todas las "verdades" (la motivación del libro era religiosa: la búsqueda del algoritmo universal que resolvería todos los problemas y por tanto acercaría a Dios).

Considerados desde un punto de vista sensato, los procedimientos aducidos por Lulio no tiene mucho valor. Lo importante sin embargo, es que concibió una idea ciertamente espléndida. El trabajo de Lulio tuvo una gran influencia en la matemática posterior, y así, 200 años después Cardano (1545) titula su libro sobre algoritmos algebraicos, remedando el título de la obra de Lulio: *Artis magnae seu de regulis algebraicis liber unus*.

Durante toda la Edad Media, los ábacos se usaron en Europa, pero según se extendían los métodos árabes iban apareciendo dos tendencias: abacistas y algoritmistas. Los algoritmistas reconocían la facilidad del ábaco para operaciones simples, pero su dificultad para realizar operaciones complejas: necesitaban mucho tiempo para su resolución y procedimientos sofisticados.

La puntilla al ábaco en Europa se la dio el desarrollo de máquinas mecánicas de cálculo (los ábacos siguieron usándose en China y Japón, alcanzando tal nivel de pericia que el primer ordenador llevado a Japón tras la segunda guerra mundial fue más lento al calcular, que su competidor humano, un japonés experto en el manejo del ábaco; quizás esta fue la última vez que se produjo tal victoria).

La primera máquina mecánica de la que se tiene noticia fue inventada en 1623 por el alemán Wilhelm Schickard: hacía las cuatro operaciones aritméticas y raíces cuadradas. Todo lo que queda de ella es su descripción en una carta de Schickard a Kepler. Blas Pascal en 1639 ideó otra máquina basada en engranajes para hacer sumas y restas.

## LEIBNITZ Y EL ALGORITMO UNIVERSAL

Volvamos al objetivo de los algoritmos universales.

El mismo objetivo de Raimundo Lulio de reducir a cálculos la determinación de todas las verdades (lógicas) fue perseguido por Gottfried Leibnitz (1646-1716), bien conocido por sus aportaciones al Análisis Matemático (el cálculo diferencial e integral de Leibniz, que provocó un gran debate respecto al cálculo de fluxiones y anti-fluxiones de Newton; los mismos conceptos descubiertos de forma simultánea, uno en el continente europeo y otro en la Islas Británicas) (Fig. 8).

Del estudio de los trabajos de Lulio determinó que había dos conceptos que se deberían considerar por separado: *Ars inveniendi* o procedimiento de generación y *Ars iudicandi* o procedimiento de decisión. Leibniz vio con claridad la posibilidad de confiar a una máquina la ejecución de un procedimiento general de razonamiento. Su sueño era tener un *calculus ratiocinator* para "decidir" las verdades lógicas.



Figura 8. Gottfried Leibnitz (1646-1716).

Leibniz perseguía dos objetivos: uno, construir un lenguaje formal lo más amplio posible para expresar cualquier enunciado, incluyendo por supuesto a la aritmética. El otro

era llegar a un procedimiento tal que si una persona opina que el enunciado A es verdad y otra que el enunciado no-A es verdad, para ponerse de acuerdo solo necesitarían realizar cálculos que darían la razón a uno de los dos.

El primer objetivo fue más tarde alcanzado con los desarrollos de la Lógica y el primer lenguaje formal construido por G. Frege en 1878. El segundo objetivo se mostró inalcanzable con los trabajos de Gödel y Turing como veremos más adelante.

Otra importante contribución teórica de Leibnitz fue el desarrollo de la numeración binaria. Conviene en este punto señalar que, según Knuth, la primera discusión sobre el sistema de numeración binario aparece en 1670 en el libro *Mathesis Biceps 1*, del obispo español Juan de Caramuel (Fig. 9): en esta obra se discuten otros sistemas de numeración distintos del decimal sin dar ejemplos de operaciones aritméticas en esos sistemas. Leibniz sí presentó a la Academia de Ciencias de Paris un artículo donde introducía las cuatro operaciones básicas en binario. Recomendaba no usar este sistema para cálculos prácticos, sino para descubrir propiedades de los números que ayuden a diseñar algoritmos más eficaces.



Figura 9. Juan Caramuel (1602-1686).

El comienzo del siglo XIX presenta otro hito en el desarrollo de la Informática con Charles Babbage (1792-1871). En esa época se

disponía de piezas y engranajes cada vez más precisos; Babbage concibió la idea de construir un instrumento mecánico para calcular e imprimir funciones matemáticas: *la máquina de diferencias* (para ayudar a los “computers”, calculistas que hacían a mano las tablas de logaritmos, trigonométricas, astronómicas, de tiro, etc.). Sin concluirla, abandonó el proyecto e ideó *la máquina analítica*, concebida como un “computador universal” totalmente automático. Su estructura se correspondía con la que hoy se conoce como “arquitectura de Von Neumann”: memoria, unidad de control, entrada y salida. Lo que se sabe del trabajo de Babbage se debe a los escritos de su ayudante Augusta Ada, condesa de Lovelace (1815-1852). Se la considera la primera programadora pues diseñó el lenguaje para la máquina analítica, llegando a escribir una rutina para el cálculo de los números de Bernouilli (Fig. 10).



Figura 10. Augusta Ada, condesa de Lovelace (1815- 1852).

Si bien estos desarrollos tienen interés práctico, los objetivos de determinar qué se puede resolver de forma algorítmica y qué se puede resolver eficientemente, necesitan de una expresión más precisa, que vino de la mano de la Lógica.

## LA LÓGICA FORMAL

La silogística de Aristóteles fue un primer intento en esta dirección. Es en el siglo XIX cuando se produce el desarrollo de la Lógica moderna.

Los métodos de cálculo de George Boole (1815-1869) se constituyeron, en gran medida, de acuerdo con los métodos usuales del álgebra, siendo los primeros pasos hacia una formalización de la Lógica. Tras varios desarrollos a lo largo del siglo XIX, a finales de siglo, Gottlob Frege (1848-1925) desarrolla un sistema suficientemente amplio como para proceder a una formalización que es base para el desarrollo posterior. En su artículo *Begriffsschrift* de 1879, presenta el que se puede considerar primer lenguaje formal, en el cual se pueden expresar enunciados tales como completitud (si todos los enunciados son demostrables) o decidibilidad (si existen algoritmos para demostrar los enunciados). B. Russell fue quién reconoció su importancia y divulgó la obra de Frege. Su libro *Principia Mathematica* está basado en la obra de Frege.

En paralelo a Frege, Guiseppe Peano (1858-1932) escribió *Arithmeticae Principia. Nova methodo exposita*, en donde axiomatiza la aritmética y de donde se deduce toda la teoría de números naturales.

Al final de esta época está bien establecido que gran parte de la matemática puede ser deducida con la ayuda de un cálculo lógico.

Observamos como todos estos desarrollos perseguían reducir los procesos de demostración a meros cálculos o procedimientos mecánicos que no dependan del ejecutor.

## HILBERT Y EL ENTSCHEIDUNGSPROBLEM

Pasemos ahora a reseñar los éxitos y fracasos posteriores. Para situarnos en el entorno científico de la época, tras la gran cantidad de desarrollos de la Matemática en los siglos anteriores, y la creación de la teoría de conjuntos, aparecen tres grandes escuelas de pensamiento sobre la fundamentación de la Matemática: la logicista, encabezada por los matemáticos ingleses Russell y Whitehead, la intuicionista, con el holandés Brouwer a la cabeza y la escuela formalista o axiomática de Hilbert.

La tesis logicista es que la Matemática es una rama de la Lógica. Las nociones matemáticas han de ser definidas en términos de las nociones lógicas. Los teoremas de la matemática han de ser demostrados como teoremas de Lógica.

La escuela intuicionista defiende la no aceptación de la ley del tercero excluido para conjuntos infinitos. Así por ejemplo, si en un dominio infinito  $D$ , supuesto que todo miembro de  $D$  no tiene la propiedad  $P$ , se alcanza una contradicción, se puede deducir que existe un elemento de  $D$  que tiene la propiedad  $P$ ; este razonamiento de tipo existencial no es aceptado por la escuela intuicionista.

En tercer lugar, el programa de la escuela formalista fue esbozado por David Hilbert en 1904 (Fig. 11), donde se propone: *formular la matemática clásica como una teoría axiomática formal, y deberá demostrarse que esta teoría es consistente, esto es, libre de contradicción.*



Figura 11. David Hilbert (1862-1943).

Este programa fue acometido por Hilbert y su equipo desde 1920. El problema más grave era la demostración de la no contradicción. (El método habitualmente utilizado era proporcionar un modelo, con lo cual solo se alcanzaba una demostración de consistencia relativa: si el modelo era consistente, la teoría también lo era. Este método no ofrecía soluciones para casos como la teoría clásica de números o la teoría de conjuntos).

En este ámbito se sitúa el problema de la decisión o *Entscheidungsproblem* como uno de los más ambiciosos de la meta matemática. En la Matemática, hay cuestiones generales tales que cualquier instancia particular se puede responder mediante un método efectivo, que aplicado a ese caso nos dará una respuesta SI o NO. Así por ejemplo, hay métodos para saber, dados dos polinomios con coeficientes enteros, si uno es factor del otro; basta realizar la división y observar si el resto es cero. Esto se puede hacer de manera mecánica y en un número finito de pasos. Un método de este tipo se denomina un procedimiento de decisión. El problema de la decisión es determinar si existen tales métodos para saber si una fórmula (o expresión) es válida (es decir, verdadera) o no, en un lenguaje formalizado. Este problema se asocia habitualmente con Hilbert por los grandes esfuerzos que dedicó a su resolución, pero aparece anteriormente en Schroeder y en Löwenheim.

Y ahora ya nos vamos acercando a darle forma a los algoritmos y a definir sustitutos formales en la década de 1930, lo que llevaría a la construcción de ordenadores en la década de 1940.

Hay que tener en cuenta que "método" o "procedimiento" es aún un concepto informal. En esa época había cierto consenso en lo que se podía considerar como método, en el sentido de usar un espacio finito, usar un tiempo finito y no dependencia de quien aplica el método. Siguiendo con el programa de trabajo, Hilbert y Ackermann delimitaron, hacia 1928, de un modo claro, la lógica de primer orden y presentaron un cálculo deductivo para ella. Se plantearon la cuestión de si ese cálculo deductivo era semánticamente suficiente, esto es, si permitía deducir todas las fórmulas válidas. En su libro *Elementos de Lógica Teórica* (HILBERT & ACKERMANN 1928) manifiestan explícitamente que aún no habían encontrado respuesta a esa pregunta.

Dos años después de la publicación del libro de Hilbert y Ackermann, el austriaco Kurt Gödel (1906-1978) publica su trabajo sobre *La suficiencia de los axiomas del cálculo lógico de primer orden* (GÖDEL 1930), en donde demuestra que, mediante los axiomas y las reglas de inferencia de la lógica, en el ámbito de la lógica de primer orden, toda fórmula válida es deducible. Con esto el programa de Hilbert obtenía un primer y

esperanzador éxito.

Sin embargo Gödel continuó sus trabajos y al año siguiente publicó su trabajo: *Sobre las sentencias formalmente indecidibles de los Principia Mathematica y sistemas afines* (GÖDEL 1931) en el cual demostraba la imposibilidad de llevar a cabo el programa de Hilbert. (Recuérdese que el objetivo era desarrollar sistemas formales y demostrar su consistencia). Gödel demostró que todos los sistemas formales de la Matemática clásica (incluidos el sistema de los Principia Mathematica, la aritmética de Peano, la teoría axiomática de conjuntos, y en general, cualquier sistema formal que cumpliera ciertas condiciones de aceptabilidad) son incompletos o contradictorios (como lo hemos explicado de manera informal, con el ejemplo de las sentencias judiciales al inicio de este discurso).

La demostración de Gödel se basa en una modificación de la paradoja del mentiroso en la que se sustituye "ser verdadero" por "ser demostrable": Se especifica una fórmula  $F$  que depende del sistema de reglas y axiomas dado, y tal que la semántica de  $F$  puede ser interpretada como que " $F$  no es deducible en el sistema".  $F$  no contiene variables libres, por lo cual  $F$  o  $\neg F$  es válida. Si  $F$  es válida, entonces  $F$  no es deducible y por tanto el sistema es incompleto. Si  $\neg F$  es válida y el sistema es completo, entonces  $\neg F$  debe ser deducible, luego  $F$  no es deducible, con lo cual, por definición de  $F$ , es válida. Esto es,  $F$  y  $\neg F$  son ambas válidas, con lo cual el sistema es contradictorio.

Además esta incompletitud no tiene remedio: por muchos axiomas que añadamos, el sistema sigue siendo incompleto.

También demostró que es imposible probar la consistencia de un sistema formal dentro del propio sistema (se puede probar desde una teoría más potente que el propio sistema formal, pero eso es de dudosa utilidad).

En este trabajo, Gödel define y utiliza las funciones recursivas primitivas (que él llama recursivas) de las que afirma que: ... *tienen la importante propiedad de que para cada conjunto dado de argumentos el valor de la función puede computarse mediante un procedimiento finito*. (Nótese la referencia a procedimiento; ya nos vamos acercando a la formalización del concepto de algoritmo).

Estos resultados negativos se vieron completados en el trabajo de Turing de 1936,

en el cual junto con la definición de la máquina que lleva su nombre, de la que hablaremos en el punto siguiente, demuestra que el cálculo de predicados es indecidible.

Observamos que para poder demostrar la indecidibilidad del cálculo de predicados era necesario conocer formalmente el significado de la palabra “decidible”.

Pues bien, alrededor de los años 30 estas cuestiones estaban suficientemente maduras como para que en 1936 aparecieran una serie de artículos que convergían en el concepto de algoritmo.

### ¿HAY ALGÚN ESPAÑOL EN ESTOS INICIOS DE LA INFORMÁTICA?

En este punto me voy a referir a Leonardo Torres-Quevedo, que fue un ingeniero español que construyó un dispositivo electromecánico llamado El Ajedrecista, en 1912 (Fig. 12).



Figura 12. El ajedrecista construido por Leonardo Torres Quevedo en 1912.

El ajedrecista hizo su debut durante la Feria de París de 1914, generando gran expectación en aquellos tiempos y hubo una extensa primera mención en Scientific American como *Torres and His Remarkable Automatic Device* (Torres y su Extraordinario Dispositivo Automático) el 6 de noviembre de 1915.

También es poco conocido que el transbordador aéreo que cruza las cataratas del Niágara se debe a él, pues su diseño ganó el concurso internacional convocado para ese fin (Fig. 13).

Pues bien, junto a la base del transbordador hay una placa con una inscripción que dice que Leonardo Torres-Quevedo fue el que construyó el primer computador.



Figura 13. Transbordador aéreo que atraviesa las cataratas del Niágara.

### LA CONFLUENCIA DE IDEAS DE 1936

Gödel en su trabajo, usó unas funciones de las que decía: ... *tienen la importante propiedad de que para cada conjunto dado de argumentos el valor de la función puede computarse mediante un procedimiento finito*. Está ya dando una formulación de lo que después serían las funciones recursivas.

En abril de 1935, Alonzo Church presentó una comunicación en la reunión de la AMS, donde formalizaba las funciones recursivas en términos del  $\lambda$ -cálculo y enunció la equivalencia entre su clase de funciones y las calculables por procedimientos efectivos (hoy conocida como tesis de Church-Turing). Cuando Church expuso su tesis, Stephen C. Kleene (posteriormente estudiante de doctorado suyo) se propuso demostrar su falsedad mediante diagonalización sobre toda la clase de las funciones definibles por medio del  $\lambda$ -cálculo. Al ver la imposibilidad de conseguirlo, cambió de opinión y fue Kleene quien le dio el nombre de tesis de Church (Fig. 14).

En septiembre de 1935, Kleene presentó en una comunicación los resultados fundamentales de su tesis doctoral en donde, siguiendo las funciones que usó Gödel en su demostración del teorema de incompletitud, definió las funciones recursivas primitivas y las funciones recursivas generales.



Figura 14. Alonzo Church (1903-1995).

Demuestra, entre otros resultados, el teorema de la Forma Normal que lleva su nombre (este teorema en terminología actual se podría enunciar como sigue: cada programa admite uno equivalente usando bucles FOR y un solo WHILE).

En 1936, las dos comunicaciones de Church y Kleene se publicaron en forma de artículos. En ambos casos dieron caracterizaciones formales de la noción de función efectivamente calculable y demostraron la existencia de problemas indecidibles pero sin exhibir ninguno. La presentación explícita de un problema indecidible se debe a Alan Turing (Fig. 15), que en 1936 definió la que hoy se conoce como máquina de Turing (él la llamó A-machine, la "A" de automática). Demuestra la universalidad de su máquina, la indecidibilidad del problema de la parada y del problema de la decisión por métodos constructivos; y, en un trabajo posterior, demuestra la equivalencia de su modelo con los otros modelos ya citados. También definió máquina con oráculo y la reducibilidad entre problemas para comparar dificultades de resolución.

Una característica importante de la máquina de Turing como modelo es que define el concepto de paso de cómputo, lo cual será clave para el desarrollo de la teoría de la complejidad.

El mismo año de 1936, Emil Post define el modelo que lleva su nombre. Muy parecido al modelo de Turing, lo publicó en un artículo con pocos meses de diferencia, pero escrito de manera totalmente independiente.

Todos estos conceptos intentan capturar la idea intuitiva de algoritmo; así, por ejemplo, Turing explica en su artículo que desea simular el comportamiento de un calculador humano (los "computers" de la Inglaterra del siglo XIX que calculaban tablas de logaritmos y trigonométricas, etc.), que a partir de unos datos y unas reglas de operación escribe resultados intermedios, borra, consulta estos resultados hasta alcanzar un resultado final y durante este proceso va evolucionando a través de diversos estados que reflejan cómo evoluciona el proceso desde el punto de partida hasta un punto final.



Figura 15. Alan Turing (1912-1954).

### **ESTUDIA INFORMÁTICA Y GANA UN MILLÓN**

Llegados a este punto, tenemos un modelo formal (máquina de Turing) asociado a un concepto informal (algoritmo), y además, ese modelo formal se ha convertido en un dispositivo real: ordenador.

Entonces, lo que puede hacer una máquina de Turing es lo que puede hacer un ordenador y lo que no puede hacer una máquina de Turing, no lo puede hacer un ordenador.

De manera que sabemos que hay problemas que un ordenador no puede resolver. Y además esos problemas forman una jerarquía (hay unos más difíciles que otros).

También hay problemas para lo que es fácil encontrar la solución y otros para los que es fácil comprobar la solución (y no sabemos si es fácil encontrar la solución).

Primero vamos a aclarar que queremos decir con fácil y después nos centraremos en el segundo tipo (los problemas fáciles de comprobar la solución).

Entendemos por “fácil” que el esfuerzo sea proporcional al tamaño del problema. Pongamos un ejemplo, es “fácil” repartir caramelos entre niños, solo que el esfuerzo está relacionado con la cantidad de caramelos y la cantidad de niños: repartir 20 caramelos entre 5 niños, requiere un esfuerzo proporcional a los valores 20 y 5. Repartir 1 millón de caramelos entre 500.000 niños, requiere un esfuerzo proporcional a esos valores.

Pero hay otros problemas que no tienen esta característica. Veamos dos ejemplos:

1. Colorear el mapa de las provincias de España: seguro que lo hemos hecho alguna vez. La condición es que provincias con frontera común no tengan el mismo color, pues si usamos el mismo color para Málaga y Córdoba, no sabríamos donde acaba Málaga y dónde empieza Córdoba. Cualquiera considera este problema una cuestión infantil y sin interés.

2. Asignar invitados a las mesas de una celebración. Esto es un problema serio. Todos de forma directa o indirecta habremos vivido situaciones de debate y discusión del tipo *no se te ocurra sentar a Armando en la misma mesa que Venancio, que ya sabes lo que pasó...*

Primero vamos a ver la conexión entre los dos problemas. Alguien podría decir que el problema 1 no plantea ninguna dificultad; si el número de provincias es alrededor de 50, se toma la caja de 60 colores y un color para cada provincia. Problema resuelto (Fig. 16).

¿Y si hiciéramos lo mismo en el segundo? Entonces diríamos: no hay problema: 50 invitados, pues 50 mesas; una para cada invitado; así no se pelea nadie. Problema resuelto. ¿Y que nos diría nuestro entorno familiar? ¡Te das cuenta de la tontería que acabas de decir!; si cada mesa es de 10, queremos usar 5 mesas o a lo sumo 6. Ah!, entonces queremos el mínimo de mesas; pues la coherencia dice que en el coloreado del mapa se debería usar el mínimo de colores.



Figura 16. Mapa coloreado de las provincias de España.

Los dos problemas son el mismo: los colores son las mesas y las provincias fronterizas son los invitados que se llevan mal y no puede estar en la misma mesa (no pueden tener el mismo color).

Vamos a pensar en el problema de las mesas: ¿Es fácil comprobar una solución? Sí.

Si a los responsables de la celebración, les dan una asignación de invitados a mesas, de un vistazo dirán “esta mesa bien; esta también,..., de acuerdo está bien”.

Entonces, un enfoque directo sería: vamos a generar todas las posibles formas de sentar a los 50 invitados en 5 mesas y que los organizadores comprueben una a una. Para esas cifras, haciendo 1000 comprobaciones por segundo, tardarían más que el tiempo que se estima existe el Universo.

A esto me refiero con problemas fáciles de comprobar (y que no se sabe si son difíciles de resolver).

En el estudio de estos problemas se centraron los científicos Stephen Cook y Leonid Levin. Y volvió a ocurrir que descubrieron los

mismos resultados de forma independiente en 1972: el primero en Estados Unidos, publicando sus resultados en inglés; el segundo en la antigua Unión Soviética, publicando sus resultados en ruso. Al cabo de los años se ha conocido esa coincidencia.

Pues bien, si a alguien se lo ocurre un programa que resuelva de manera “fácil” uno de estos dos problemas (y esto que digo es aplicable a otros muchos) entonces ganará un millón de dólares. También ganará el millón de dólares si demuestra que alguno de estos problemas no admite un programa “fácil”.

Y esto está patrocinado por una fundación y se puede ver en su web: <http://www.claymath.org/millennium-problems>

El problema número 3 trata de esto.

De momento nadie ha sido capaz de resolverlo. Y mientras tanto, ¿qué podemos hacer?

Los seres humanos, enfrentados a este tipo de problemas, son capaces de resolverlos, no en el tiempo de vida del Universo, sino en unos días o semanas.

¿Cómo? Pues razonando de forma inteligente, en lugar de explorar todas las soluciones. Y aquí entramos en terreno de la Inteligencia Artificial.

Los seres humanos aprenden. Si pudiéramos enseñar a los ordenadores a aprender, nos podríamos acercar a la forma de razonamiento humano.

En este punto se abre en dos rutas, ambas vinculadas a resolver este tipo de problemas mediante el aprendizaje:

Una, que veremos de inmediato, relativa a descubrir conocimiento a partir de las enormes cantidades de datos que se generan cada día y otra relativa al aprendizaje simulando al cerebro humano.

## **EL EMPLEO DEL FUTURO: DATA SCIENTIST**

Desde la primera perspectiva, esa enorme cantidad de datos que se generan cada día es mayor, y más aún desde la existencia de Internet; además, están disponibles para su consulta y su explotación. Entender esos datos y hacer uso de ellos para algún fin requiere de

programas de ordenador y de personas que sepan trabajar con ellos y de ahí surge el empleo del futuro.

El 28 de enero de este año 2016, en el diario Sur remitida por Europa Press, aparecía una noticia sobre: *Los 25 empleos con más futuro en 2016* y en primer lugar situaba Data Scientist, con un salario anual de 108.027 €.

Ese campo de trabajo e investigación se denomina genéricamente Aprendizaje Automático y es uno de los temas en los que trabajamos el grupo de investigación de la Universidad de Málaga “Investigación y Aplicaciones en Inteligencia Artificial”, que dirige el Prof. Ricardo Conejo. Hay una serie de palabras vinculadas a este campo que enumero ahora en inglés y entre paréntesis en español cuando es posible, pues en muchos casos se usa directamente el término inglés: *Computational learning* (aprendizaje automático), *Knowledge Discovery* (descubrimiento del conocimiento), *Data Mining* (Minería de datos), *Big Data*, *Business intelligence* (inteligencia de negocio).

Ahora voy a dar unas pinceladas relativas a lo que puede hacer un Data Scientist, relacionándolo con algunas situaciones reales de aprendizaje a partir de grandes conjuntos de datos.

Debo decir que las situaciones reales citadas son casos en los que hemos hecho aportaciones desde el grupo de investigación (IA)<sup>2</sup> (Investigación y Aplicaciones en Inteligencia Artificial).

Consideremos que deseamos obtener conocimiento a partir de expedientes de incapacidad laboral. Tenemos una cantidad enorme de expedientes anónimos que incluyen datos de edad, peso, estatura, profesión, pruebas médicas vinculadas a patologías comunes y profesionales, etc., y una valoración en términos de incapacidad si/no, total, parcial, etc.

Entonces diremos que estamos en una situación de datos “etiquetados”: cada expediente, ya valorado tiene una etiqueta que es la valoración de su incapacidad.

Esos datos están en papel. Entonces comienza la primera fase de preparación de los datos: por una parte definir una forma de codificación y por otra pasarlos a formato electrónico.

En algunos datos la codificación la define el Data Scientist, en otros hay codificaciones (por ejemplo, para las enfermedades hay unas codificaciones internacionales de 9 símbolos, CIE-9, o de 11 símbolos, CIE-11).

Otro dato importante para el Data Scientist es que estos datos son estáticos (un expediente se analiza en un momento dado).

El objetivo puede ser explicar: ciertas profesiones tiene vinculadas ciertas patologías (en este punto acaba el trabajo del Data Scientist; después vendrán los expertos para hacer propuestas para reducir los perjuicios de esas patologías). El otro objetivo puede ser predecir: dado un nuevo expediente sin valorar, usando lo que hemos aprendido de los miles de expedientes ya estudiados, construir un programa que “sugiera” una valoración para ese expediente. Esa sugerencia puede ser útil para el interesado, de manera que tenga una estimación de la valoración de su expediente; también puede ser útil para el médico valorador, pues la estimación estará en coherencia con los cientos de miles de valoraciones ya realizadas. Por supuesto, un sistema de este tipo sugiere y la decisión final es del experto humano.

Veamos ahora un segundo ejemplo de datos no etiquetados: contratación de seguros o “la cesta de la compra”. Supongamos que una persona tiene una familia y una empresa, tiene una variedad de seguros de hogar, automóviles, responsabilidad civil, en las fábricas, oficinas, etc. Ese conjunto de seguros se puede ver como una cesta de la compra en la que lleva diversidad de productos.

¿Qué hacen en el Supermercado con la ayuda del Data Scientist? Pues, por ejemplo, ver productos que en las facturas aparecen muchas veces juntos y ponerlos en estanterías cercanas; para que el cliente compre unos y otros.

¿Y con los seguros? Pues si en esas cantidades enormes de datos, hay muchos asegurados con grupos de seguros iguales, y un cliente tiene un grupo parecido y le falta uno, pues entonces, el comercial de la empresa de seguros llama a ese cliente y le dice: tiene usted los seguros A, B y C. ¿No le interesaría contratar el D, ya que muchas personas en su misma situación, que tienen A, B C y también el D?

¿Quién le descubre a la empresa de seguros a qué cliente llamar? El Data Scientist.

## EL APRENDIZAJE PROFUNDO

Y llegamos ahora a la simulación del cerebro humano, en relación al segundo enfoque que comentamos antes: problemas que un ordenador necesitaría cientos o miles de años para resolver, y que las personas los resuelven en un tiempo razonable. Quizás las personas no llegan a la solución óptima, pero sí a una solución razonable.

Ese es el enfoque del aprendizaje profundo: programar los ordenadores para que aprendan a partir de diversas representaciones de datos, en la forma que lo hace el cerebro humano.

El cerebro está formado por miles de millones de neuronas que se organizan en capas. Cada capa produce salidas que pasan como datos de entrada a la capa siguiente, que genera a su vez salidas y así sucesivamente.

En el caso de las redes neuronales artificiales, las primeras capas identifican patrones muy simples, que pasan como entrada a la siguiente capa que combina esos patrones simples para obtener patrones más complejos.

También el ser humano aprende por refuerzo, de manera que una decisión que le resulta satisfactoria o le reporta beneficios la repetirá, mientras que en caso contrario la evitará de manera que se refuerzan los estímulos positivos.

En tercer lugar, en ausencia de información o ausencia de experiencias, intentamos una experimentación exploratoria, a ver qué decisión resulta más prometedora.

Estos modelos, cuyos algoritmos estaban inventados a finales del siglo pasado, necesitaban de la potencia de cálculo de los ordenadores actuales y su ejecución en paralelo en miles de ordenadores.

Como ejemplo muy reciente por su éxito en una competición de un juego de mesa, citaré a AlphaGO, programa desarrollado por Google DeepMind en Londres, para jugar al GO.

GO es un juego de mesa de origen chino con unos 4000 años de antigüedad. Se juega sobre un tablero de 19 x 19 y el número de situaciones que se pueden dar es muy superior a juegos conocidos como el cubo de Rubik o el ajedrez.

El programa AlphaGo tiene una red neuronal con 13 capas ocultas. Para el procesamiento se han usado casi 2000 unidades de computación y 300 de procesamiento gráfico.

La red se ha entrenado en tres fases con las que ha experimentado en total unos 30 millones de movimientos y 160.000 partidas.

Hay que tener en cuenta que su contrincante humano, Lee Sedol, si hubiera jugado una partida al día desde los 10 años, dado que la duración de una partida es de 4 ó 5 horas, habría jugado unas 8500 partidas.

La diferencia fundamental es que con solo ese entrenamiento los seres humanos llegan a niveles muy altos.

Es decir, con un ejemplo más sencillo, un programa de aprendizaje profundo, tras ver

miles de fotos, diciéndole en cuales hay un perro y en cuales no, llega a identificar perros con pocos errores.

¿Cuántos perros necesita ver un niño para identificarlos correctamente? UNO, solo UNO. Esa es una diferencia fundamental.

Como conclusión, quiero señalar que todos estos experimentos en situaciones reales, generan buenos resultados y se perciben buenas expectativas para el futuro, por lo que los ordenadores ayudarán cada vez más al avance de la civilización, pero no hay demostraciones formales de su calidad y en muchos casos no las habrá porque en la base está el teorema de incompletitud de Gödel, que en el fondo dice que hace falta la intervención humana, y aun así nunca llegaremos a demostrar y a saber todas las verdades.



## DISCURSO DE RECEPCIÓN AL INGRESO COMO ACADÉMICO DE NÚMERO DEL ILMO. SR. D. RAFAEL MORALES BUENO

Fernando Orellana Ramos  
Presidente de la Academia Malagueña de Ciencias

**E**xcmo. Sr. D. Francisco de la Torre, Alcalde de Málaga. Excmo. Sr. D. José Manuel Cabra de Luna, Presidente de la Real Academia de Bellas Artes de San Telmo. Excmo. Sr. D. Bartolomé Ruiz, Director de la Academia de Antequera. Excmos. e Ilmos. Sras. y Sres. Académicos.

Ilmo. Sr. D. Ernesto Pimentel Sánchez, Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Ilmo Sr. D. Francisco Cantalejo García, Decano de la Facultad de Comercio y Gestión de la Universidad de Málaga. Ilmo. Sr. D. José Zayas López, Decano del *Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales* de Málaga.

Prof. D. Francisco Javier López Muñoz, Director del Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación de la Universidad de Málaga. Sr. D. Ramón Martín López, Presidente y Consejero Delegado de Momo Pocket EDE. Señoras y señores.

Quiero comenzar la sesión agradeciéndoles muy sinceramente su presencia hoy y aquí, en esta sesión académica pública, acompañándonos en lo que para nosotros es uno de los actos más importantes en nuestras tareas académicas.

Gracias a la Universidad de Málaga por permitirnos, un vez más, reunirnos en sus instalaciones. Gracias al personal de la gerencia y de este edificio por su amabilidad y eficacia.

Muchas gracias al Prof. Morales por el interesantísimo discurso de ingreso en la Academia Malagueña de Ciencias que nos ha ofrecido.

Hemos podido conocer los antecedentes y orígenes de la informática en el mundo, en nuestro país y en nuestra ciudad, todo ello expuesto de forma magistral y con el valor añadido, y emocionante, de relacionar cronológicamente este proceso con el devenir de la Academia y con su trayectoria vital personal.

Gracias por ilustrarnos, de forma a la vez rigurosa y asequible para los que no somos expertos, en los fundamentos teóricos de la Informática, en sus límites, en la inteligencia artificial, en el aprendizaje automático, el aprendizaje profundo, las relaciones entre informática, Internet y el almacenamiento de datos, y por destacar explícitamente la contribución de nuestro país y el valor inigualable de la mente y la razón humanas.

Rafael Morales Bueno nace en Málaga, en su centro histórico, hace 61 años en el seno de la familia creada por Rafael y M<sup>a</sup> Luz, dos grandes y maravillosas personas.

Vive su infancia y juventud en Málaga, entorno vital del que disfruta viviéndola y mostrándola, como un perfecto cicerone, a sus invitados de otros lugares. Reside, como decía, en nuestra ciudad del paraíso, junto a sus padres y hermanas y tras la educación básica y media, académica y en valores, por los docentes a los que ha hecho mención y en el Colegio de los Padres Agustinos, se desplaza a Madrid para continuar su formación.

Rafael está casado con doña María Dolores Becerra, con quien comparte, además, afición por los viajes y el deporte, por la Enología, por Málaga y por El Burgo, también por nuestra maravillosa Axarquía. Ambos son padres de dos hijos, Carlos y Ana, especialistas en Informática y Comunicaciones el primero y en Oftalmología, especialmente pediátrica, la segunda.

Morales Bueno obtiene el título de Licenciado de Matemáticas (especialidad de Cálculo Automático) por la Universidad Complutense de Madrid en 1978.

En esos años aún no existía la titulación de Informática en España, por ello estudió en Madrid lo más aproximado que se ofertaba en la formación universitaria, y que era precisamente la especialidad de Cálculo Automático de la Licenciatura en Matemáticas; y buscando para

ello el más prestigioso centro nacional en esta especialidad, la Universidad Complutense de Madrid. En esos años fue alumno de un joven profesor, Francisco Javier Girón González-Torre, matemático español nacido en Santander, en 1945. Miembro de Número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de nuestra Corporación.

Doctor en Informática por la Universidad de Málaga en 1991.

Simultáneamente con la Licenciatura realiza el servicio militar, alcanzando el grado de Alférez de Artillería de Campaña.

Es Diplomado en Alta Dirección por el Instituto Internacional San Telmo.

### **DOCENCIA E INVESTIGACIÓN**

Rafael Morales Bueno es actualmente Catedrático en la Universidad de Málaga. Junto a la Informática, teórica y aplicada, la enseñanza es su pasión.

Ha impartido docencia a varios miles de estudiantes en todos los niveles educativos: desde bachillerato a doctorado (y también en enseñanzas no regladas, vinculadas a colectivos como Colegios profesionales y expertos de distintas materias).

También ha dirigido varias Tesis doctorales en diversos campos científicos en España y otros países.

En 1978, y tan sólo 15 días después de terminar la licenciatura obtiene, por oposición, plaza de Profesor agregado de Bachillerato con destino en Málaga, ejerciendo en ese puesto hasta su incorporación a la Universidad de Málaga, dónde ha desarrollado, de forma ininterrumpida una ingente, variada y excelente labor.

A partir de 1980 participó en la implantación de la Informática en las Enseñanzas Medias en Andalucía.

Rafael Morales Bueno obtuvo en 1984 el Primer Premio Nacional de Investigación Científica en matemáticas, convocado por el Ministerio de Educación y Ciencia y 2 años después otro premio nacional, el RANK-XEROX, de ofimática.

Desde 1983, recién fundada la Diplomatura en Informática, trabaja en la

Universidad y participa en la implantación y desarrollo de las Titulaciones TIC, primero en la mencionada Diplomatura en Informática y después en la Ingeniería en Informática y en la Ingeniería de Telecomunicación, iniciando nuevas asignaturas y especialidades.

En la Universidad de Málaga, ha recorrido las distintas categorías docentes, pasando por Profesor Titular de Escuela Universitaria, Catedrático de Escuela Universitaria hasta la actual de Catedrático de Universidad.

Como anécdota les referiré que, gracias a su afición por la música, para la que posee unas cualidades innatas algo heterodoxas, su vinculación con esta Universidad data de mucho antes, cuando siendo aún alumno de COU fue fichado como “púa” estrella para la Tuna de la Facultad de Medicina.

Su tesis doctoral, centrada en los fundamentos de la computación, en el ámbito del *soft computing*, supuso aportaciones novedosas recogidas en publicaciones científicas de alto nivel.

Sus líneas de trabajo están relacionadas con *Soft Computing*, Inteligencia Artificial, Minería de Datos y Descubrimiento de Conocimiento, tanto en su vertiente teórica, como en aplicaciones en ámbitos sociales, sanitarios y artísticos.

Ha sido, y es, Investigador Principal en proyectos con subvención Nacional, Autonómica y también en colaboraciones con empresas sobre temas relacionados con su campo de investigación; así como ha participado en proyectos de ámbito europeo.

En el ámbito de la Inteligencia artificial, destacan sus publicaciones vinculadas a la identificación de aceros y fundiciones y al trazado de carreteras.

Más recientemente, en los campos de Minería de Datos y Descubrimiento del Conocimiento, ha realizado aportaciones teóricas vinculadas al aprendizaje “online” y al cambio de concepto, así como aportaciones prácticas en diversos campos: generación automática de diseños artísticos, predicción de llamaradas solares, estimación del derecho a incapacidad de una persona, estimación de riesgos en casos de violencia de género, estimación de niveles de severidad en casos de esquizofrenia.

Como fruto de todo ello es autor de más de 100 publicaciones en revistas internacionales de prestigio, congresos internacionales y nacionales

### **GESTIÓN, EMPRESA Y SOCIEDAD**

Ha ocupado diversos cargos de gestión en la Universidad de Málaga como son:

- Secretario de la Escuela Universitaria Politécnica.
- Vicesecretario General de la Universidad.
- Secretario de la Facultad de Informática.
- Vicedecano de la Facultad de Informática.
- Subdirector y posteriormente Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática.
- Vicerrector durante 8 años, primero de Infraestructura y Planificación y finalmente de Infraestructura y Sostenibilidad.
- El profesor Morales es el Coordinador del Proyecto de colaboración de la Universidad de Málaga con el Massachusetts Institute of Technology.

El Doctor Morales Bueno sabe aplicar perfectamente su amplio y actualizadísimo conocimiento a la vida real, a la sociedad, a la empresa. Generando herramientas que producen un beneficio social muy importante, una mejora de calidad de vida de los ciudadanos y facilitando, a personas de todo el mundo, el acceso a un Máster de enorme prestigio que faculta a las personas que lo cursan y superan de tal forma, que son esperados con gran interés por las empresas del sector para incorporarlos a sus equipos de trabajo.

Como ejemplo de lo primero puedo citar la creación, en 2008, de un revolucionario sistema de pago con el teléfono móvil. Algo que hoy consideramos como algo natural y que entonces supuso una trascendente innovación.

Nuestro nuevo académico es socio fundador y Vicepresidente de Momo Pocket EDE. Los primeros pasos del sistema de monedero móvil Momo Pocket fueron en Málaga, mediante una spin-off de la Universidad de Málaga, fundada por Rafael Morales y dos estudiantes.

Al día de hoy, Momo Pocket EDE es una entidad de dinero electrónico autorizada por

el Banco de España (con fecha 19 de agosto de 2014) que está operativa para resolver los pagos con dinero digital a través del móvil.

Momo Pocket EDE es la alternativa real al uso de dinero en efectivo y de tarjetas u otros instrumentos de pago al por menor y comercio electrónico, tanto para clientes con cuentas corrientes en bancos como para clientes que no las tengan.

Por otra parte, el Profesor Morales es Director del Máster Universitario en Informática aplicada a la Telecomunicaciones móviles, actualmente en su XIII edición (<http://masterinfel.uma.es>), patrocinado por Fundación Vodafone España, y que ha formado a más de 330 personas que trabajan actualmente en empresas de todo el mundo. Dicho título, cuyo nombre abreviado es Máster INFTEL, comenzó su andadura en el año 2000.

Destaca por la formación altamente especializada en el desarrollo de aplicaciones de escritorio y para dispositivos móviles, tanto Android como iOS (Apple).

Los estudiantes ya graduados son contratados de inmediato por las empresas y tras las ediciones ya finalizadas, esos graduados están trabajando en todos los continentes y en las capitales más importantes del mundo.

Hoy nuestra Academia Malagueña de Ciencias está de enhorabuena con la incorporación de un prestigioso e innovador científico. Con una amplia experiencia como docente, investigador y gestor en el ámbito universitario; y fuera de él; en la proyección práctica, en la creación de empresas y aplicaciones muy significativas.

Su prestigio se extiende fuera de las fronteras del estado Español, por citar los dos últimos ejemplos ha sido invitado hace unos meses por el Viceministro de Educación de Cuba como conferenciante destacado del Congreso Internacional de Informática. Y en este pasado fin de semana ultimaba contactos de colaboración con empresas y universidades norteamericanas.

Incorporamos a un ilustre matemático que mantendrá el excelente nivel de nuestro añorado y admirado Profesor Antonio Valle y del Profesor Girón González-Torre, a quien aún tenemos la suerte de tener en nuestra nómina.

Antonio Valle Sánchez, también malagueño, cuya vacante de alguna manera viene a ocupar el profesor Morales fue un matemático español de prestigio internacional. Primer Presidente de la Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA), su labor docente e investigadora ha sido decisiva para el avance del estudio teórico y numérico de las ecuaciones diferenciales en España. En su tiempo también un gran innovador en la enseñanza y aplicación de esta disciplina.

E incorporamos también una nueva rama de la ciencia a la Institución. Con ello nos actualizamos en el campo de las nuevas tecnologías, herramientas imprescindibles para la Ciencia y el Conocimiento en el siglo XXI y para la difusión de los mismos.

Y lo hacemos añadiendo a nuestra nómina a un verdadero testigo y protagonista del nacimiento y desarrollo de la informática, teórica y aplicada, y de la docencia de la misma.

Permítanme por último una reflexión sobre un detalle en la propuesta y elección de

Rafael: la presentación fue realizada, como ya se ha dicho esta tarde, por los Académicos de Número: Juan Antonio Rodríguez Arribas, Luis Linares Girela y Eduardo Conejo Moreno el primero es Ingeniero de Caminos Canales y Puertos, el segundo, Hidrogeólogo y el último Ingeniero Naval y Abogado. Esta circunstancia revela, por un lado el amplio reconocimiento al nuevo académico y por otro la gran riqueza que supone la amplísima diversidad de la Ciencia, base, patrimonio y reto de nuestra antes Sociedad y hoy Academia.

Finalmente, deseo mostrar mi agradecimiento al nuevo Académico por aceptar formar parte de nuestro colectivo. Nuestra Centenaria Institución se enriquece notablemente hoy con su ingreso. Tenemos la certeza que aportará mucho a la Academia, no sólo en el campo de la Informática, especialidad que hoy se incorpora a nuestro amplio abanico de Ciencias, sino en todas las ramas del saber y en la gestión de recursos y aplicaciones.



---

# CONFERENCIAS

---



## RECREACIÓN DEL PUERTO DE MÁLAGA EN EL ÚLTIMO TERCIO DEL SIGLO XIX. UN SINGULAR CAMINO ENTRE LA CIENCIA Y EL ARTE

Vicente Gómez Navas

Numerario de la Academia Malagueña de Ciencias

El texto que reflejamos en estas páginas es la síntesis de una conferencia que iba a exponer en el mes de marzo, en conmemoración de los 144 años de la creación de la Sociedad Malagueña de Ciencias y su posterior transformación en Academia, que por razones de salud tuve que suspender.

Intuyo que muchos de ustedes se habrá preguntado a que se referirá esta conferencia con un nombre tan poco claro. Como lo mío no es la palabra y por ello no voy a ser muy extenso, pronto lo aclararé, confiando que a todo aquel que le haya picado la curiosidad se sienta complacido y me dé su aprobado.

Este tema lo he abocetado en los ciclos "Gaona y el Mar" y "La Mar y sus Crónicas" del Círculo Marítimo. Ahora lo he completado justificando su enunciado. Mi interés en conmemorar el aniversario de la SMC se debe primordialmente a la añoranza de aquella vieja Institución donde en su vasta y extensa biblioteca pasé tantas horas en sus cómodos sillones o atento a las conferencias amenizadas con las proyecciones de un enorme y antiguo epidiascopo.

Aún recuerdo el título, no su contenido que no entendí, de una conferencia a la que asistí allá por los años cuarenta, -permítanme la digresión- que dio D. Francisco López Ruiz: *Lo apolíneo conjugado a lo dionisiaco*, por lo que no es de extrañar que, con semejante encabezamiento, un joven estudiante no digiriese muy bien su esencia. Don Francisco era un hombre muy culto y de palabra fácil, pero a pesar de ello los estudiantes de bachillerato de aquel tiempo lo bautizaron con el irrespetuoso apodo de "La mula griega."

Volviendo al tema central. En aquellos años del último tercio del siglo diecinueve, no sólo la ciencia tuvo una intensa actividad, sino que acercándose a sus finales, el arte irrumpió

con una pujanza extraordinaria; un intenso surgimiento sin precedentes de pintores como Martínez de la Vega, Ferrándiz, Blanco Coris, Murilo Bracho, Nogales, etc., que dieron nombre a la Escuela Malagueña como referente de la pintura española. En este nutrido grupo de artistas destacaron por su pintura de marinas Emilio Ocón -que llegó a ser el primer catedrático en España de esta especialidad- la cual adquirieron Verdugo Landi, Gómez Gil, Gardner, Florido, Navarrete, etc., con tal intensidad y calidad que llegó a crear también la Escuela Malagueña de Marinismo y por extensión al resto de la Nación.

Este intenso brote de pintores comienza a decaer con su desaparición en los primeros años del siglo veinte, encontrándose este fecundo periodo entre dos vacíos: el anterior a sus comienzos, amplio sin llegar a tener ningún significado; y el posterior, más cercano, que comienza tímidamente a mediados del siglo XX con la Generación del 50 y nombres como Virgilio, Chicano, Torres Matas, Revello de Toro, Alberca, Guevara, Vivar, etc., arrastrando al de Barberán, Blanca, Robles Muñoz, Gómez Navas y otros muchos en los años 60, 70 y siguientes, hasta alcanzar el siglo XXI. Entre estas dos generaciones, han existido algunos pintores como Ramón Reina, Isabel Laguno, Blasco y algún otro que se podrían integrar en la conocida Generación del 27 pero que al ser copada por las Letras dudo que algún autor decida incluirlos. Pero ninguno de ellos se interesaron por nuestro puerto, salvo con algún óleo de vista parcial, hasta tal extremo que existía una falta total de éste desde los últimos artistas del XIX. Por este motivo, algunos años antes de 1997, primer centenario de la terminación de las obras del Puerto, me comprometí con el Presidente de la Autoridad Portuaria, D. Francisco Merino, ya desaparecido, con el que llegué a tener una buena amistad, a cubrir ese vacío con una serie de óleos que plasmasen la evolución

experimentada por el Puerto desde los primeros años del s. XX hasta dicho 1997, fecha en que se inauguraría el Instituto de Estudios Portuarios

con tales pinturas, publicándose un libro "Puerto de Málaga 1887-1987" que redacté y la Autoridad Portuaria editó.

### COMENTARIO DE ALGUNOS CUADROS EN LA EVOLUCIÓN DEL PUERTO



**Final s. XIX.** Muelle Viejo con la capilla y en el lado este el fuerte de San Felipe. La escaleras encontradas comunicaban el muelle con el Paseo de la Farola, que se conservó hasta muy avanzado el s. XX.



**1910.** Desde el sur del Muelle Viejo, cerca del túnel que comunicaba con la Malagueta, se dominaba la Catedral y la parte superior de la Aduana. La distancia al Muelle de Guadiaro quedó posteriormente reducida al ensancharse ambos.



**1920.** La Farola recién ampliada en su base y el edificio de Sanidad Marítima construido en el lugar que ocupaba la vieja edificación que sirvió para Obras Públicas, Lazareto y Estación Marítima.



**1930.** El Muelle Viejo cerca de su extremo sur.



**1930.** Paseo de la Farola con los cargueros fondeados o amarrados de punta con largas estachas al Muelle Viejo que se convertiría, años después con su antigua capilla, en el Muelle Uno. A los pies de la Farola la Casa de Sanidad Marítima y los recién construidos Astilleros Ansorena. Cerca de estos la pontona que tantos servicios prestó en los años siguientes.



**Años 40.** Edificio de Salvamento de Náufragos, astilleros y Sanidad Marítima coronados por la Farola y San Antón al fondo, eran los elementos que en esa época conformaban el extremo sur del Muelle Viejo, y tras su terminal norte, Gibralfaro.



**Años 40.** Los tinglados ya están contruidos y el silo aún no ha comenzado a edificarse. El edificio de la Junta de Obras del Puerto, levantado en la década anterior destaca por su limpio ocre suave sobre los árboles del Parque. Sirve de fondo Gibralfaro, y al otro lado la Catedral.



**Años 50.** Panorama que ofrecía parte de Málaga desde la mar frente al Real Club Mediterráneo.



**Años 60-70.** El Muelle Pesquero, situado en el antepuerto, sufría, antes de su cerramiento, los embates del levante, teniendo por ello que resguardar los barcos en el muelle de carga a granel de los mercantes.



**Años 70.** En estas fechas ya se ha cerrado la dársena de embarcaciones menores que cobija el puerto deportivo del Real Club Mediterráneo destacándose el nuevo edificio del Práctico.



**Años 90.** Muelles 3 y 4 y al fondo, en el 2, destaca el silo coronado por la Alcazaba y subida al Castillo.



**Año 2000. Noche en el Puerto.** El tan controvertido silo del que nuestro compañero Juan Camacho compuso un corto poema en el que tuvo la gentileza de decir que entre los recuerdos de éste, quedaban las pinturas de Gómez Navas.

## RECREACIÓN DEL PUERTO DE MÁLAGA

No me he apartado del núcleo de esta conferencia, aunque lo parezca. Lo expuesto ha servido para demostrar que tanto en el primer surgimiento de pintores en el s. XIX como del XX no se pintó el puerto de Málaga desde la mar con la ciudad de fondo. Los del diecinueve plasmaron magníficas vistas del puerto, pero vistas parciales desde el interior de la dársena con parte de la ciudad. Obras extraordinarias que han dejado una huella imborrable en el campo del marinismo, y los del siglo XX, como ya se ha comentado, no se interesaron en ello.

Recordando mi vieja profesión de marino, cuando en el puesto de Primer Oficial en la proa del buque o metros más arriba en el puente de mando, dominando ya por su perspectiva la ciudad en las arribadas y maniobras previas al atraque en el puerto de destino, tras semanas de navegación, ese lento "andar" en aguas ya mansas después de haberlas soportado agitadas y furiosas, la visión de ese puerto con su ciudad, ya a pocas decenas de metros, es un recuerdo, una sensación única, especial. Y eso es lo que deseaba transmitir, lo que sentía

y como veía Málaga y su puerto, el navegante que en su buque siglos atrás, atento a cualquier incidencia recibía en su retina un puerto o lo que de él hubiese y una Málaga que no hemos conocido.

Busqué algún dibujo o grabado que me orientase y sirviese de apoyo para que con pinceles, ciencia y técnica lo pudiese recrear para verlo como él lo vio. Lo que existe es demasiado antiguo: los dibujos de Wyngaerde de 1507 y el de Braun de 1572, dibujados ambos con una perspectiva oblicua, como el ya moderno de Emilio de la Cerda de 1879, que no encontré apropiado. Solo hallé uno sin fechar ni firmar pero abarcando un ángulo tan amplio y por ello tan lejano que preferí el trazo del puerto dibujado por Mitjana en 1838, y el de un plano de la Comandancia de Ingeniería de final del s. XVII que localicé en el Archivo Municipal. Con ambos planos de planta pude recrear el puerto o lo que de él existía desde 1600 a la actualidad. En este caso, para el "último tercio del siglo diecinueve" -época de la creación de la AMC con su antiguo nombre de SMC- uso el de Mitjana de 1838.

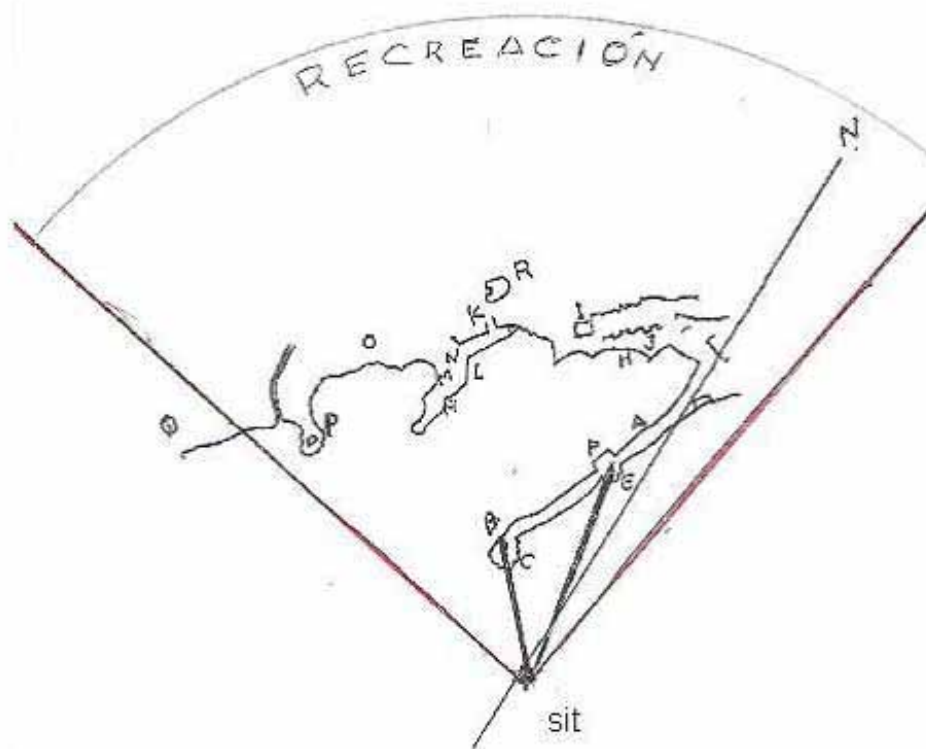


Figura 1. Esquema del puerto de Málaga según el plano de Rafael Mitjana, dibujado en 1838.

Partiendo del plano de Mitjana con sus localizaciones, desde un punto del plano cercano a la mar (sit) trazamos el ángulo que deseamos recrear y averiguamos sus demoras con respecto a dos lugares localizables en la actualidad. Se realizan trazos gruesos desde el punto "sit" hasta La Farola (punto B) y el Fuerte de San Felipe (punto E), situado antiguamente a pocos metros de la Capilla (Fig. 1).

Al realizar el esquema sobre papel, sin coordenadas, tenemos que localizar el lugar (sit) por los procedimientos náuticos que eran habituales: demoras (ángulo que forma el lugar con la línea N/S de  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$ ). Demorando la Farola  $320^{\circ}$  y el Fuerte de San Felipe  $350^{\circ}$ . Esta localización nos servirá para, navegando posteriormente, comprobar las proyecciones y perspectivas que se van hacer y delimitar la orografía.

Posteriormente, unimos el punto "sit" con elementos del plano que perduran y trazamos la bisectriz del ángulo a recrear, cortándola con una línea de dirección aproximada al trazo que nos servirá para establecer las perspectivas y distancias de las localizaciones del plano (Fig. 2).

Más tarde, proyectamos las localizaciones del plano, sirviéndonos de orientación la línea que corta a la bisectriz. Nos trasladamos en una embarcación y comprobamos con lo proyectado las alturas, distancias y perspectivas entre las localizaciones que han perdurado, teniendo en cuenta la altura en la que nos encontramos y realizamos una silueta de la orografía. Finalmente, damos forma al puerto en un óleo recreándolo con algunos barcos de la época (Figs. 3, 4).

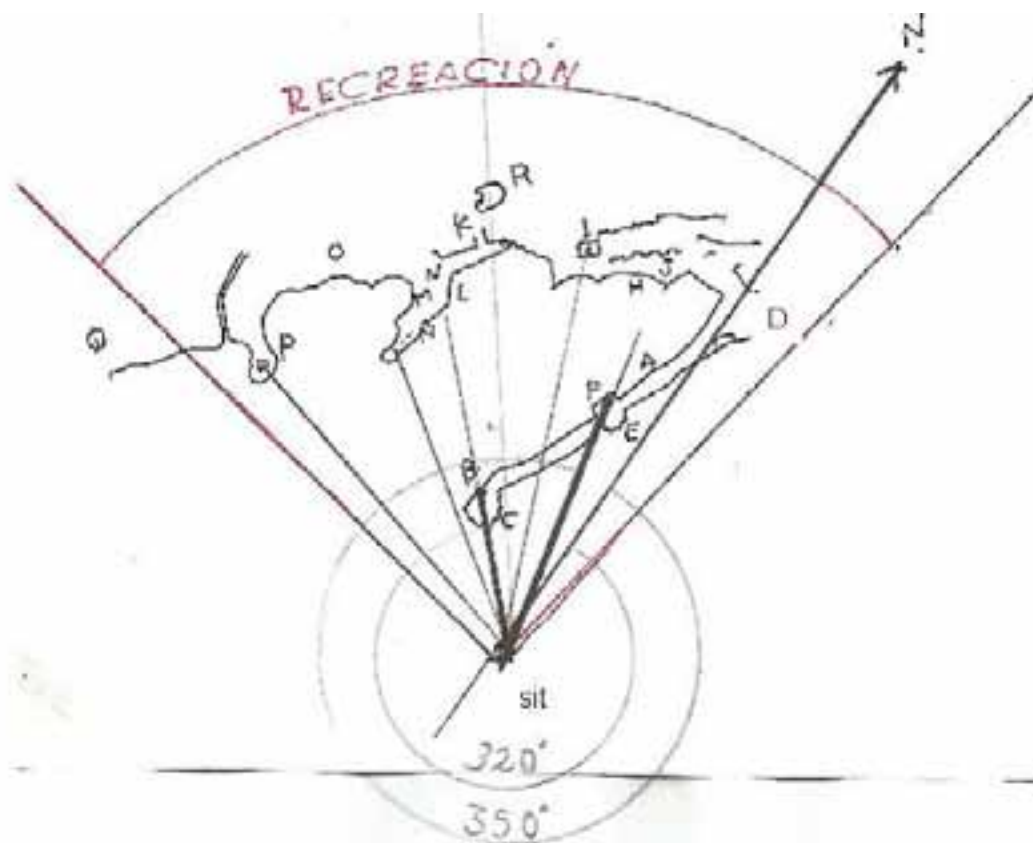


Figura 2. Localizaciones utilizadas. A: Muelle Viejo, B: Farola, C: Batería S. Nicolás, D: Playa de la Caleta, E: Batería de S. Felipe, F: Capilla de la Concepción, H: Cortina del Muelle, I: Aduana, J: Murallas fenicias, K: Boquete del Muelle, L: Embarcadero Muelle Nuevo, M: Antigua casa de Sanidad, Ñ: Batería de S. José, O: Playa de Pescadería, P: Batería de S. Rafael, Q: Playa de Torrijos, R: Catedral.

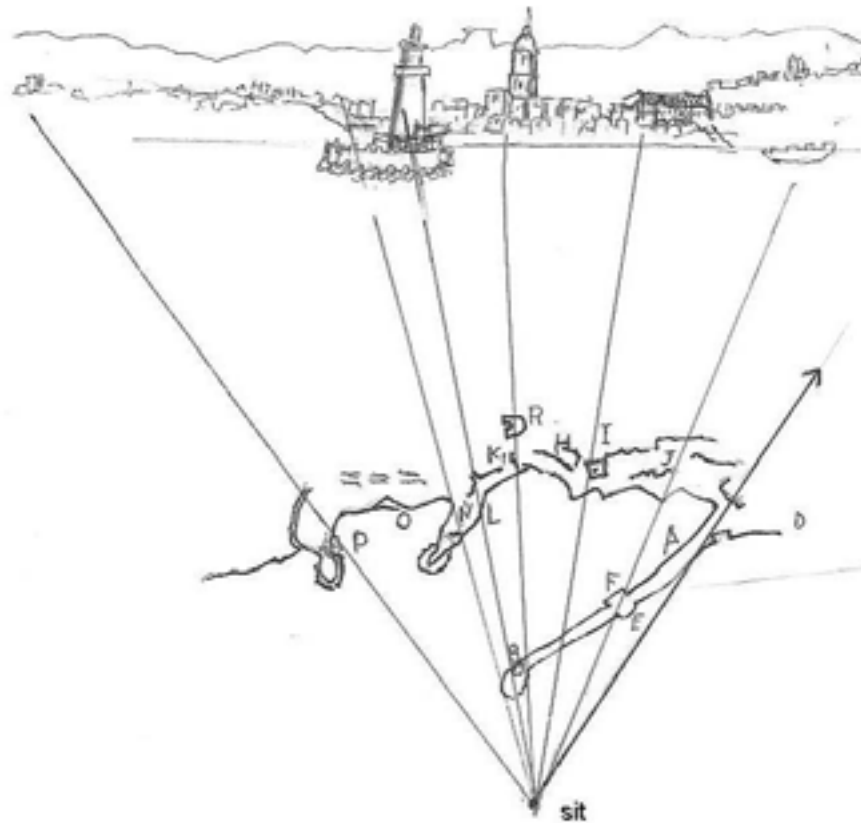


Figura 3. Esquema del puerto y la ciudad de Málaga.



Figura 4. Óleo que representa el puerto y la ciudad de Málaga en el s. XIX, como final de ese camino que comenzó en un trazo que con ciencia y técnica ha terminado en una plasmación artística de colores luces y sombras. Vicente Gómez Navas.





---

---

# COMUNICACIONES CIENTÍFICAS

---

---



## VICTORIA KENT, ABOGADA Y POLÍTICA MALAGUEÑA

María Pepa Lara García

Numeraria de la Academia Malagueña de Ciencias

### SU ETAPA MALAGUEÑA

Según el acta de nacimiento depositada en el Archivo Municipal –Tomo 64, folio 402, Distrito de la Merced–, Victoria Kent nació a las dos y media de la tarde del 6 de marzo de 1892, en la calle de Lagunilla, 17, y fue inscrita dos días después por su padre José Ken Román, recibiendo los nombres de María de la Victoria, Adelaida, Fermina de la Santísima Trinidad. Al pie del documento aparece la firma autógrafa del padre: “José Ken Román” y la rúbrica. Victoria fue la tercera de seis hijos: José, Manuel, Victoria, Cristóbal y Francisco. A ellos hay que añadir una niña nacida el 12 de enero de 1891, fallecida el día 15 del mismo mes, según consta en el Registro Civil: María Ken Siano.



Victoria Kent.

El padre de Victoria –no debía tener conocimientos o no le interesaba el origen de su apellido, obviamente extranjero, puesto que firmaba unas veces O’kean y otras Ken–; tenía una sastrería establecida en un piso de la Plaza

de la Constitución –así lo confirmaba Victoria Kent cuando visitó Málaga en 1931, añadiendo, que en dicho año se encontraba en Sevilla–. Según parece, sobre los años 1916-17, al irle mal el negocio, se contrató de sastrería en la casa Valpuesta de Écija, donde permaneció dos años, y en 1919 llegó a Sevilla, llevando la sección de sastrería de “La Ciudad de Sevilla” y después la “Camisería Francesa”, ambas desaparecidas. La saga de los O’Kean estuvo siempre ligada al gremio de la sastrería: José, sastrer emigrado a Buenos Aires, dejó un hijo, Manuel, sastrer también, que emigró a Argentina, donde no le fue bien, y al regresar a España falleció en el barco; sus restos reposan en Canarias. Cristóbal tenía un empleo en la Casa Ajurla de Sevilla, aunque desapareció joven. Francisco y su padre trabajaron de oficiales de sastrer con Adolfo Majou, consiguiendo un gran prestigio en la ciudad.

### VICTORIA KENT, MAESTRA

Tenemos pocos datos de los primeros años de la vida de Victoria, aunque es evidente que nació en un ambiente liberal e intelectual. La infancia de Victoria estuvo enclavada en el ámbito pequeño-burgués en el que había nacido. Su madre, María Siano González, era una mujer ilustrada, quien se ocupó, junto a profesores particulares, de la educación de su hija hasta que ésta ingresó en la Escuela Normal Superior de Maestras. Años después, en la entrevista que le concedió a la periodista Carmen Alcalde, declaraba, refiriéndose a Málaga y a su madre: *Allí transcurrió mi infancia, en un patio lleno de encanto: macetas, arbustos, sol y alegría, el calor de una madre adorable y adorada por todos, cuya influencia ha sido y sigue siendo el eje de mi vida.*

Empezó sus estudios de Magisterio en el curso 1906-1907, siendo directora del Centro, Suceso Luengo. El 30 de septiembre de 1906, M<sup>a</sup> Victoria Ken Siano, con domicilio en la calle de la Concepción, 1 –con entrada por la calle

Nueva y salida a la de San Juan de los Reyes-, de 14 años de edad, exponía que, teniendo aprobado el examen de ingreso como alumna oficial, solicitaba el ingreso en el primer curso de Grado Superior como alumna oficial.

Observamos cómo Victoria en aquellos años firmaba su apellido sin la t final: Ken.

Firma de María Victoria Ken Siano.

Ese mismo día 30, vemos un texto que dice: *De conformidad con anterior informe [de la Secretaria Laura Vallejo] admítase a la matrícula que solicita a D<sup>a</sup> María de la Victoria Ken Siano. La Directora S. Luengo.*

Certificado de matrícula en la escuela de Magisterio.

Se matriculó en las asignaturas de Gramática, Geografía e Historia, Aritmética y Labores, obteniendo en todas ellas la calificación de 9.

El 30 de septiembre de 1907 Victoria Ken, domiciliada en la calle Nueva, 18 y 20, exponía que estudiaba por enseñanza oficial el primer curso de Grado Elemental y deseaba matricularse en todas las asignaturas excepto Labores. Cuando se examinó obtuvo las siguientes calificaciones: Religión e Historia Sagrada: sobresaliente, Gramática Castellana: aprobado, Nociones de Pedagogía: aprobado, Aritmética y Geometría: aprobado, Geografía e Historia: aprobado, Dibujo: notable y Práctica de la Enseñanza: notable.

Un año después, el 30 de septiembre de 1908, se matriculó en todas las asignaturas correspondientes al segundo curso del Grado Elemental. El 30 de mayo de 1909 obtuvo las siguientes calificaciones: Pedagogía, Derecho especial y Legislación Escolar, Gramática Castellana y Labores: aprobado; Geografía e Historia de España, Nociones de Agricultura, Ciencias Físicas y Naturales: notable; Prácticas de la Enseñanza: sobresaliente.

Un documento titulado: "Acta de examen de reválida para Maestra de Primera Enseñanza Elemental", fechado el nueve de junio de 1909, expedido por la Escuela Normal Superior de Maestras y firmado, entre otros, por la presidenta del Tribunal, Suceso Luengo, certificaba que Victoria Ken había realizado los ejercicios necesarios, siendo calificada con la nota de aprobado en todos los ejercicios y obteniendo la misma nota para Maestra de Primera Enseñanza Elemental.

Como cada año, se matriculó en la misma fecha de 1909, en el primer curso de Grado Superior; y el 30 de mayo de 1910 obtuvo las siguientes calificaciones: Religión y Moral, Práctica de Enseñanza y Labores: sobresaliente; Caligrafía, Aritmética y Álgebra, Geometría y Música y Canto: notable; Estudios superiores de Pedagogía, Francés y Lengua castellana (se presentó en septiembre): aprobado.

En 1910, cursó el segundo año de Grado Superior, obteniendo las siguientes notas: Aritmética y Algebra, Lengua Castellana, Geometría, Geografía e Historia Universal, Dibujo, Práctica de la Enseñanza y Labores: sobresaliente; Historia de la Pedagogía, Francés, Ciencias Físicas y Naturales: notable; Música y Canto: aprobado.

En un documento fechado el 14 de junio de 1911 leemos:

*Acta de examen de reválida para Maestra de Primera Enseñanza Superior. A continuación se expone que, Victoria Ken Siano habiendo realizado los días diez al catorce del referido mes de junio, los ejercicios necesarios para obtener el título de Maestra de Primera Enseñanza Superior, ante los jueces que suscriben, y en la forma que previene el Reglamento de 10 de marzo de 1901, ha sido calificada con la nota de sobresaliente en los ejercicios escrito y oral, de aprobado en el práctico y la definitiva de sobresaliente para Maestra de Primera Enseñanza Superior.*

Como hemos podido comprobar, sus calificaciones habían ido en progreso. Por ello podemos deducir, que la enseñanza que había recibido le fue interesando cada vez más. Esto nos permite comprobar que la formación que obtuvo en esta etapa de su vida, fue conformando su brillante etapa posterior.

### **AÑOS DE FORMACIÓN: 1911 A 1917**

Que sepamos, después de consultar los documentos pertinentes, Victoria, hasta el año 1917 que marchó a Madrid, no ejerció de maestra. Su último domicilio conocido en Málaga fue en la calle García Briz –entrada por Muro de Puerta Nueva y salida por Puerta Nueva y Pasillo de Santa Isabel–. Suponemos que los seis años que van desde junio de 1911, fecha en que terminó la carrera de Maestra, hasta 1917, frecuentaría los ambientes culturales de su ciudad, como la Sociedad Malagueña de Ciencias, fundada en 1872, donde había arraigado un núcleo de intelectuales, una élite capaz de ofrecer una alternativa cultural vinculada a las directrices de la Institución Libre de Enseñanza. Otro importante foro era la Sociedad Económica de Amigos del País –donde en 1931 la propia Victoria Kent impartió una comentada conferencia durante su visita a Málaga–. Y por último, mencionaremos la Academia de Bellas Artes de San Telmo, creada por R. D. el 31 de octubre de 1849, otro importantísimo foco cultural malagueño.

Creemos también, que el ejemplo de tres mujeres de su tiempo: Teresa Azpiazu y Paúl, Suceso Luengo y Belén Sárraga que coincidieron en el tiempo en diseñar un discurso feminista, igualitario y emancipador, elaborado en contra de lo habitual en un mundo construido por hombres, aunque cada una de diferente modo, influyeran en el espíritu moderno y renovador para su época, que después mostraría Victoria Kent.

Suceso Luengo tenía unas ideas pedagógicas modernas y fue directora de la Escuela Normal Superior de Maestras desde el año 1899 hasta 1914, cuando fue destituida de su puesto por desencuentros con el ministro de Instrucción Pública, el malagueño Francisco Bergamín, por R. D. de 14 de abril de 1914. Ese mismo día fue nombrada directora Teresa Aspiazu permaneciendo en el cargo hasta el 12 de octubre de 1927.

Teresa era profesora de Lengua Castellana y Geografía e Historia en la citada Escuela Normal desde 1901 (con toda seguridad fue profesora de Victoria Kent, que estudió en dicha Escuela de 1906 a 1911, siendo Suceso Luengo en ese periodo la directora). La citada Escuela también tenía una activa vida social y cultural organizando exposiciones, veladas literarias y representaciones teatrales. Allí recitaron sus poemas: Díaz de Escovar, Arturo Reyes y Urbano González Serrano.

Las dos profesoras: Suceso y Teresa, compañeras y amigas, solían colaborar dando conferencias con frecuencia en la Sociedad Malagueña de Ciencias y en la Económica de Amigos del País. Las dos escribían y publicaban sus conferencias, poseedoras de unas ideas pedagógicas muy avanzadas que ponían en práctica en la Escuela de Magisterio. Ambas eran más moderadas políticamente que Belén Sárraga. Ésta, federalista y librepensadora, había organizado la Federación Obrera de Málaga e impartía conferencias en dicha ciudad. Aunque sus proyectos políticos eran muy diferentes a las dos maestras citadas, coincidían en defender el papel de la mujer en un periodo muy difícil para ellas.

Por ejemplo, Teresa Azpiazu, el 26 de enero de 1915, dio una conferencia titulada: “Libros y Niños”, en la Sociedad Malagueña de Ciencias. Un año después fue recibida como Socia de número, siendo la tercera mujer que ingresó en dicha entidad, después de Eda Dybouska y Margarita Melvhen.

El 21 de abril de 1924, Teresa Azpiazu fue nombrada concejal del Ayuntamiento de Málaga, presidido por el alcalde, Dr. José Gálvez Ginachero, convirtiéndose con ello en la primera mujer malagueña que ostentaba este puesto. Permaneció en su cargo hasta el 1 de enero de 1930.

Todo este ambiente cultural acabaría conformando el pensamiento pedagógico y político de Victoria Kent, que pondría en práctica años después, finalizada su carrera de Derecho en Madrid.

El 7 de julio de 1910, el malagueño Alberto Jiménez Fraud, quien era amigo de la familia Kent, impartió una conferencia en la Sociedad Malagueña de Ciencias. Después marchó a Madrid donde, a instancias de Giner de los Ríos, creó la Residencia de Estudiantes. Pero

los contactos de la Sociedad Malagueña con la Institución Libre de Enseñanza no se perdieron, incluso se acrecentaron con el ingreso en la citada Sociedad de Manuel García Morente, Julio Cejador, José Castillejo y otros, quienes realizaron un gran trabajo dentro de la Sociedad Malagueña de Ciencias, desde diversos puntos de vista: cultural, social y profesional.

### TRASLADO A MADRID EN 1917

Ya en el año 1917, un año después del fallecimiento de la madre de Victoria Kent, cuando su padre estaba pensando trasladarse a Écija y después a Sevilla, Victoria decidió marchar a Madrid para estudiar la carrera de Derecho. Debido a sus antiguos vínculos con la Institución Libre de Enseñanza a través de su familia, a su llegada a la capital se instaló en la Residencia de Señoritas, rama femenina de la Residencia de Estudiantes, dirigida por María de Maeztu, otra gran mujer de su tiempo de quien aprendió mucho, y con quien colaboró estrechamente, primero ocupándose de la Biblioteca de la Residencia, y posteriormente participando con María en la fundación del Lyceum Club Femenino, en 1926, del que fue vicepresidenta junto a la malagueña Isabel Oyarzábal; una institución de la que nacería la Casa del Niño, una de las primeras guarderías de nuestro país. Además, se integró en la Liga de los Derechos Humanos del Hombre que presidía Unamuno. En esos años de estudiante se forjó su militancia feminista y su práctica profesional, aunque subordinada a sus ideales políticos.

Ingresó en la Facultad de Derecho de la Universidad Central, donde contó con profesores como Luis Jiménez de Asúa y Felipe Sánchez Román, entre otros. Cursó la carrera como alumna no oficial hasta su licenciatura en junio de 1923. El 23 de diciembre de 1924, presentó su solicitud de ingreso en el Colegio de Abogados de Madrid, convirtiéndose así en la primera mujer que ejerce la abogacía en España.

Curiosamente en el año 1923 –puesto que desde 1917 nada se sabía de Victoria en nuestra ciudad–, Narciso Díaz de Escovar publicó en “La Unión Mercantil” la siguiente nota informativa:

*En Madrid, donde ejerce el profesorado, ha terminado con brillantes notas la carrera de Derecho la maestra superior señorita Victoria*

*O’Kean. La nueva abogada goza de prestigio en los centros culturales madrileños, en los que más de una vez ha sido escuchada su palabra, habiendo obtenido un sonado triunfo en la conferencia que diera en el Ateneo, el 17 de abril de 1921. En este año fue nombrada por el Gobierno representante de España en el Congreso Internacional de Estudiantes celebrado en Praga, al que llevó al mismo tiempo la representación de la Unión Nacional de Estudiantes, habiéndole cabido el honor esta última entidad de ser la primera asociación de tal índole de España que ha ostentado la representación de nuestro país en el extranjero. En dicho congreso alcanzó legítimo éxito la Srta. O’kean, al ser aceptada la proposición que hiciera para que fueran admitidos los estudiantes alemanes, y que se enviaran gratis los libros a aquellos estudiantes que tienen dificultades para adquirirlos. Victoria O’kean, que en los ratos que le dejaban libre su profesión acudía como pasante al estudio del reputado jurisconsulto y ex-diputado republicano a Cortes, Álvaro de Albornoz, ha terminado la carrera de Derecho no para poseer un nuevo título, sino para ejercer la abogacía, donde sus dotes intelectuales la harán figurar con lucimiento. Huelga decir cuánto nos satisface que sea una andaluza (la Srta. O’kean es malagueña) la primera mujer española que ejerza la ciencia del derecho.*

Comprobamos cómo en Málaga aún se denominaba a la familia de Victoria, O’kean o Ken. En sus primeros años en Madrid, en cartas dirigidas a María de Maeztu, todavía firmaba Ken. Sin embargo, profesoras del Instituto Inglés para Jóvenes, relacionado con la Institución Libre de Enseñanza, fueron las que le indicaron la forma correcta de escribir su apellido; y a partir de ese momento firmaba Kent Siano. Por una carta dirigida a Emilio Baeza Medina, en aquellos años presidente de la Sociedad Económica de Amigos del País, el 26 de diciembre de 1930, sabemos que Victoria residía en la calle Marqués de Riscal, 5 en Madrid. En la referida carta lamentaba no poder corresponder a la invitación del Sr. Baeza para impartir una conferencia en dicha Sociedad, por encontrarse en pleno proceso de la defensa de Álvaro de Albornoz ante el Consejo Supremo del Ejército.

Como ya hemos comprobado con anterioridad, realizó su pasantía con Álvaro de Albornoz, pero pronto abrió su propio bufete. El 30 de junio de 1925 actuaba por primera vez. Era la primera mujer que informaba ante un tribunal. La causa: un homicidio. La sentencia fue absolutoria.

Junto con Álvaro de Albornoz, Marcelino Domínguez y otros intelectuales, funda en 1929 el Partido Republicano Radical Socialista.

También fue la primera mujer que actuó ante el Tribunal Supremo en un Consejo de Guerra, en 1930, junto a grandes juristas como Sánchez Román, Bergamín y Jiménez de Asúa, para defender a Álvaro de Albornoz, procesado por firmar el Manifiesto Republicano, para quien obtuvo la absolución, consiguiendo un gran prestigio y un lanzamiento inmediato a la vida pública.

En parte, por esta actuación, fue presentada y elegida diputada por Madrid, en junio de 1931, por el Partido Republicano Radical Socialista –junto a Clara Campoamor– obteniendo un total de 49.806 votos. No formó parte de ninguna Comisión y sus escasas intervenciones en los debates se limitaron, entre otras, a la redacción del artículo que establecía la igualdad de los sexos; el 29 de septiembre, cuando habló del régimen de prisiones; el 1 de octubre, en el debate del voto femenino. Tampoco fue muy intensa su labor en la Academia de Jurisprudencia, donde ingresó recién proclamada la República, hasta su cese en abril de 1935. Quizá su escasa participación como parlamentaria, haya que buscarla en su nombramiento como Directora General de Prisiones en mayo de 1931.

### **DIRECTORA GENERAL DE PRISIONES**

Fue designada personalmente por el Presidente de la República Alcalá Zamora, el 18 de abril de 1931, Directora General de Prisiones. A lo largo de los catorce meses que permaneció en el cargo, desarrolló una ingente labor de reforma del sistema penitenciario. Éstas pueden considerarse revolucionarias aún en nuestros días. Destacaremos las más importantes a nuestro juicio:

- Ordenó se procediera a retirar de las prisiones de toda clase, cuantas cadenas de las llamadas “blancas”, “grillos y demás hierros” análogos que existiesen en ellas.
- Orden por la cual se aprueban dos proyectos para la construcción de prisiones provinciales, una en Valladolid y otra en Santander.
- Orden por la que se aclara cómo ha de aplicarse la libertad condicional.

- Orden por la que se convoca un concurso para la adquisición de 1.500 mantas de pura lana con destino a las prisiones.
- Orden por la que se aprueba el proyecto de construcción de una prisión provincial en Ciudad Real. Al mismo tiempo suprimió 115 prisiones que no reunían las condiciones de habitabilidad exigidas.
- Orden por la que se crea dentro del Cuerpo de Prisiones, la Sección Femenina Auxiliar. Ese mismo día convocó concurso para la provisión de 34 plazas de dicha Sección.
- Orden por la que se clausura la cárcel de Colmenar Viejo mientras se repara o se construye otra.
- Orden por la que se aprueba el proyecto de construcción de una Prisión Provincia de Mujeres en Madrid con carácter urgente (Ventas), donde las presas pudieran criar a sus hijos pequeños.
- Orden por la que se indulta a los penados que tengan más de 70 años.
- Orden por la que se anticipa la libertad condicional de los presos próximos a conseguirla, para que puedan pasar la Navidad fuera de la prisión.
- Orden por la que se crea el Instituto de Estudios Penales, nombrando Director al profesor Jiménez Asúa, que había colaborado en su estudio. La principal misión de este instituto era la formación del personal de prisiones que hubiese aprobado los exámenes de ingreso.

Para Victoria Kent las tres medidas que más sensación causaron de todas las que adoptó fueron: la recogida de cadenas y grilletes, la supresión de 115 cárceles, y los permisos de salida de los presos.

En cuanto a la primera medida, con el material requisado en las cárceles ordenó hacer un busto en hierro a Concepción Arenal (que ya había intentado reformar y modernizar el sistema penal español en el siglo XIX).

### **VISITA A MÁLAGA DE VICTORIA KENT EN JUNIO DE 1931**

Cuando accedió a su cargo, Victoria Kent no se limitó al trámite administrativo, sino que

recorrió la geografía carcelaria española. El 5 de junio de 1931 se trasladó a Málaga, procedente de Córdoba, y a la mañana siguiente, a las 10'30, se personó en la cárcel, acompañada del alcalde, Sr. Baeza, siendo recibida en la puerta de la prisión por una serie de autoridades judiciales y penitenciarias. Allí se interesó porque le dieran cuenta detallada de las deficiencias e irregularidades que pudieran existir, para ser corregidas con urgencia. Visitó cada una de las dependencias carcelarias que integraban el edificio: dormitorios, escuela, cocina –donde probó el rancho que lo encontró aceptable, y preguntó si era así a diario, a lo que contestaron afirmativamente–, capilla, celdas de castigo, departamento de mujeres –en aquel momento no existía ninguna reclusa– y azotea.

Victoria Kent atendió, en el despacho de la Dirección, a todos aquellos reclusos que tuviesen que exponer alguna queja referente al trato que recibían, como asimismo, de las condiciones en que estuviesen los sumarios que se les instruían, para lo cual rogó al Presidente y al Fiscal de la Audiencia que le acompañasen durante las peticiones de los presos.

Finalmente, dijo que la cárcel de Málaga tenía muchos defectos, siendo el más importante la falta de celdas o un departamento que debía estar destinado para los que no eran profesionales del delito. Añadió que la cárcel malagueña, sin ser de las peores de Andalucía, era tan mala como todas las de España. También salió mal impresionada de las tres o cuatro celdas de castigo que servían para la incomunicación de los detenidos, calificándolas de mazmorras impropias para albergar seres humanos. Comentó que aquello no podía consentirse, y dio las órdenes oportunas para su inmediata reforma.



Pasillo de la Cárcel de Málaga en la actual Avenida de la Rosaleda.

En aquellos años solo existían 133 reclusos, de los que 57 correspondían a los encartados de los últimos sucesos ocurridos en Málaga con motivo de la quema de iglesias y conventos.



Visita de Victoria Kent a la cárcel de Málaga.

A las doce y media se trasladó, junto con el alcalde, a los terrenos de Carranque, donde se estaba construyendo la nueva prisión, siendo recibidos por el arquitecto municipal Manuel Esteve, y el representante del contratista de la obra. El arquitecto, en unión del Inspector Regional de Prisiones, Sr. Nieto, le mostró los planos del nuevo edificio y todas las dependencias que figuraban en la planta baja. Victoria Kent los examinó detenidamente, así como la parte levantada del edificio, señalando los pequeños defectos, todavía subsanables, de que adolecía el inmueble penitenciario.

Aproximadamente a las 13'00 horas llegó la Directora General de Prisiones al Ayuntamiento, siendo recibida por una comisión de concejales, presidida por el teniente de alcalde, Sr. Alius. Visitó las principales dependencias del edificio municipal, donde fue presentada a los numerosos concejales, sirviéndosele una copa de vino de Málaga, con la que brindó junto al alcalde, por la República y por Málaga.

Terminado el acto en el Ayuntamiento, Victoria Kent, acompañada de un familiar, se trasladó al Cementerio de San Miguel depositando unas flores en la tumba donde reposaban los restos de su madre. A continuación, el Sr. Baeza la invitó a almorzar en su casa particular, dejándola después la tarde libre para recibir y saludar a sus familiares. Estuvo alojada en el Hotel Málaga Palace, donde recibió a sus familiares, amigos, y a la directora de la Escuela Normal de Maestras y periodistas.



Visita al Chorro el 7 de junio de 1931.

El 7 de junio, acompañada del alcalde, concejales y amigos, visitó El Chorro quedando gratamente sorprendida por la visita. Por la tarde dio una conferencia en la Sociedad Económica de Amigos del País. Se daba la circunstancia de que ésta era la primera conferencia de índole política que se celebraba en este edificio, después de la implantación del régimen republicano, y la primera mujer – exceptuando a una mexicana que ocupó aquella tribuna –, que impartía una conferencia en aquel centro, por lo que este hecho había alcanzado una expectación extraordinaria. Victoria Kent y los directivos de la Económica que la acompañaban llegaron a la Sociedad con una hora de retraso a causa de cierta demora surgida en la excursión verificada a El Chorro. Esta fue la causa, de que la conferencia comenzara a las 21'30 horas, en medio de una gran expectación y asistencia de público. Presentó el acto el Sr. alcalde y Victoria comenzó a impartir su conferencia titulada "La mujer en la política". Reproducimos parte de esta conferencia, en la cual expresaba ya su opinión sobre el voto femenino, con anterioridad a las Cortes:

*La gente es contraria a que la mujer tenga voto porque, prácticamente, no está lo suficientemente capacitada para ello. Se dirá ¿no hay muchos hombres que tampoco están capacitados para votar y sin embargo, tienen voto? Sí, de acuerdo, pero, a la mujer que se le abren las puertas, que se la llama al*

*Gobierno del país hay, por lo menos, que exigirle algo para que desde la primera hora tenga conciencia de sus responsabilidades del voto que va a efectuar y de la importancia de lo que realiza. Tenemos que llevar al Gobierno del país nuestra pulcritud, nuestra capacitación, sobre todo el concepto que tenemos de nuestra responsabilidad. Por eso, prácticamente, soy contraria al voto en la mujer.*

Como veremos más adelante tuvo razón, puesto que esta oposición estaba basada en la desconfianza a que la mujer no estuviera todavía lo suficientemente desvinculada de la influencia clerical y matrimonial, y su voto se desviara a la derecha. Como así sucedió en la elecciones de 1933.

Al día siguiente, 8 de junio, escoltada por autoridades, familiares y amigos almorzó en los Baños del Carmen. Por la tarde visitó la Escuela Normal de Maestras, constituyendo un auténtico honor para la citada sede el que, a pesar de sus ocupaciones y escasez de tiempo, tuviera unos momentos de dedicación a la Escuela donde cursó sus estudios de Magisterio.

Acompañada de la directora y profesores recorrió las aulas y pasillos del Centro, recordando y añorando sus tiempos de estudiante, dedicando frases de elogio a las modificaciones realizadas por la actual Directora, Victoria Montiel. Le fue ofrecido por la Presidenta y Secretaria de la Asociación de Antiguas Alumnas, el cargo de Presidenta Honoraria, aceptando encantada, ofreciendo, en justa reciprocidad a la atención de que fue objeto, impartir una conferencia en dicha Asociación en su próximo viaje a Málaga que pensaba realizar en octubre.

Un grupo de alumnas que acababa de terminar sus estudios, pasó a la Dirección a felicitarla. La directora aprovechó la ocasión para dirigirles la palabra, dedicando frases de elogio a Victoria Kent, señalando que sirviera de estímulo y ejemplo el que por su propio esfuerzo y méritos personales hubiera logrado ser la primera mujer española que había escalado un alto puesto público.

La directora y una comisión de profesores y antiguas alumnas fueron a despedirla en la estación.

Dimitió de su cargo cuando comprobó que la Reforma Penitenciaria que había proyectado nunca se llevaría a cabo. Cuando recibió su nombramiento, era Ministro de Justicia,

Fernando de los Ríos, y hasta ese momento no había tenido dificultades para llevar a cabo su reforma, pero, en 1932, el Ministro de Justicia era Álvaro de Albornoz –precisamente al que ella había defendido ante el Tribunal Supremo de Guerra, y que además pertenecía a su partido–, éste, quizá por no estar familiarizado con la reforma, la presentó al Consejo de Ministros. El Consejo la estimó audaz y no la aprobó, considerando que podía suscitar dificultades en varios sectores sociales. El Presidente del Gobierno, Manuel Azaña, tampoco la apoyó al considerarla demasiado humanitaria. Albornoz le comunicó el criterio del Gobierno, y Victoria presentó su dimisión el 8 de junio de 1932.

Sin embargo, fruto de esta experiencia, realizó su Tesis Doctoral, bajo el título: “La Reforma de Prisiones”.

### SUFRAGIO FEMENINO

En relación con el sufragio femenino –defendido por Clara Campoamor–, Victoria se manifestó en contra de la aprobación del voto para las mujeres, postura que defiende en un famoso discurso. Ambas mujeres, las únicas que ocupaban escaños, protagonizaron sendos debates en el Parlamento. El más conocido fue el enfrentamiento que tuvieron las dos diputadas el 1 de octubre de 1931. Victoria Kent propuso el aplazamiento por razones de utilitarismo político, lo argumentaba por la incapacidad de la mujer de la época para emitir un voto político: sometida a la determinación de su esposo y las indicaciones de su confesor. Defendía que la mujer no podría ejercer su derecho al voto hasta que no contara con una formación previa. En este sentido, Victoria estaba convencida de que si se aprobaba el sufragio femenino, el triunfo de la derecha estaba asegurado. No se equivocó. La derecha ganó en las primeras elecciones en las que participaron las mujeres en 1933.

Hasta la llegada de las elecciones de 1933, Victoria tuvo una gran actividad política: presidió la asamblea del partido que formaba parte de la Asociación de los Amigos de la Unión Soviética. Su partido se escindió en dos en vísperas electorales: unos siguieron la línea progresista impuesta por Marcelino Domínguez, los segundos apoyaron la línea de Gordón Ordax. Victoria siguió a Marcelino, y fue nombrada vocal del comité ejecutivo del nuevo Partido Radical Socialista Independiente.

Sin embargo, debido a la victoria de la derecha en 1933 y el desastre del Partido Radical Socialista, Victoria perdió protagonismo en la vida pública, y en las elecciones celebradas el 19 de noviembre de 1933 no obtuvo acta de diputada, en parte, por su intervención en el Parlamento contra el voto femenino lo que le ocasionó cierta impopularidad. Por esta causa, intentó recuperar el espacio perdido, alentando la fusión de los partidos de Acción Republicana de Azaña, y del suyo. Victoria Kent formó parte de la Asamblea Constituyente de esta fusión, lograda el 2 de abril de 1934, tomando por nombre el de Izquierda Republicana y su fidelidad, tanto antes como después de la misma, fue manifiesta. Este partido colaboró con los partidos obreros en la reconquista de la República de abril, plasmado en la gran coalición del Frente Popular. En las elecciones del 16 de febrero de 1936 fue elegida diputada por Jaén en las listas de Izquierda Republicana, que formaba parte del Frente Popular, obteniendo 135.035 votos.

### GUERRA CIVIL: 1936-1939

Cuando empezó la Guerra Civil en 1936, Victoria Kent participó en el frente de Guadarrama por encargo del Gobierno, suministrando al ejército popular ropa y alimentos. Impartió conferencias, a través de de la Unión de la Radio, dirigiéndose a las mujeres: *Los hombres combaten en los campos, las mujeres debemos combatir el hambre en la ciudad.*

También trabajó muy duramente en la retaguardia: creó refugios para niños en tiempo de guerra, logrando acoger a 5.000 niños. Podemos leer en un periódico de la época –noviembre de 1936– estas declaraciones de Victoria: *Hemos recogido pequeñuelos que nunca se habían acostado en una cama, ni aun en un colchón.*

### EL EXILIO

Perdida la guerra, Victoria seguirá el éxodo de los miembros del Gobierno Republicano, primero en Valencia y después en Barcelona. Allí recibió la orden de marchar a Francia como Primera Secretaria de la embajada republicana en París, para que se encargara de las evacuaciones de los niños de familias republicanas del Norte. Comenzó a vivir en París, coincidiendo con la ocupación nazi.

Permaneció en Francia hasta el final de la Guerra Civil Española, a cuyo término colaboró en la salida de los refugiados hacia América. Pero, no pudo seguir el mismo camino, siendo sorprendida por la invasión nazi. Al ser ocupada Francia por la Wehrmacht, el 14 de junio de 1940, Victoria Kent se refugió en la embajada de México, donde permaneció durante un año, al estar su nombre en la lista negra entregada por la policía de la dictadura militar franquista al gobierno colaboracionista de Vichy, la Cruz Roja le proporcionó un apartamento cerca del Bois de Boulogne, donde vivió hasta la liberación con una identidad falsa: la de *Madame Duval*, experiencia que plasmó en su libro *Cuatro años en París* (1940-1944), novela autobiográfica narrada en tercera persona cuyo protagonista, Plácido, es un *alter ego* de la autora.



Victoria, Plácido París, 1944

Victoria Kent, París 1944.

En 1944 fundó en París, con otro grupo de intelectuales españoles: Picasso y Nicolás Cabrera, entre otros, la Unión de Intelectuales Españoles, organización que se ocuparía de los deportados.

Terminada la segunda Guerra Mundial marchó a México, en 1946, donde dio clases de Derecho Penal en la Universidad, fundando la Escuela de Capacitación para el Personal de Prisiones, en la que trabajó como directora hasta 1950, año en el que se incorporó a las Naciones Unidas en los Estados Unidos, en la sección de Defensa Social, con el encargo de estudiar el lamentable estado de las cárceles de Iberoamérica, cargo que abandonó por ser excesivamente burocrático en 1951.

Desde 1951 a 1956 fue Ministra sin cartera del Gobierno de la República Española en el exilio, la segunda mujer en ocupar dicho cargo tras Federica Montseny.

En Nueva York fundó y dirigió la revista "Ibérica", desde 1954 a 1974, en la que publicaba todas las noticias llegadas desde España para los exiliados republicanos.

En 1977 Victoria volvió a España. Sin embargo, el país que ella recordaba ya era otro, regresando poco después a New York.

En noviembre de 1986 se le concedió la Cruz de San Raimundo de Peñafort, pero dado su precario estado de salud, la imposición se fue aplazando porque ella había pedido que se realizara en una ceremonia íntima en New York, donde finalmente falleció el 25 de septiembre de 1987. Sus restos fueron incinerados. Victoria murió justamente cuando los Reyes de España llegaron a New York, iniciando un viaje oficial por los estados norteamericanos de Texas, Nuevo México y California.

Sólo nos queda por añadir, que la antigua cárcel de mujeres de Yserías, hoy Centro de Inserción Social en Madrid, recibe el nombre de Victoria Kent.



## APUNTE BIOGRÁFICO Y CIENTÍFICO DEL DR. ROMÁN CASARES BESCANSÁ (1879-1962)

Leandro Olalla Mercadé  
Numerario de la Academia Malagueña de Ciencias

### APUNTE BIOGRÁFICO

**M**i primer contacto con la personalidad del Dr. Casares Bescansa tuvo lugar a través de un libro suyo (Física Racional: Calor y Luz) que me fue obsequiado por su viuda D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Rosa López Valderrama hace ya alrededor de 50 años. Sin ser un especialista en Física, me llamó la atención la soltura con que manejaba fórmulas y conceptos para llegar a conclusiones concretas, sorprendentes para mí. Pero ha sido ahora, con tiempo disponible, cuando he tenido la oportunidad de revisar su producción científica, e incluso intentar adentrarme en algunos de sus planteamientos.

Nació en Santiago de Compostela (31/10/1879), fue bachiller el 26/06/1895 y se licenció en Farmacia en 1898, con un magnífico expediente. Obtuvo Sobresaliente en todas las asignaturas, con mención o premio en algunas de ella (Fig. 1).

Durante la guerra de Cuba fue movilizado y prestó sus servicios como Alférez Farmacéutico en Vigo. En 1899, con solo 20 años, se doctoró en Madrid con una tesis sobre "Las muscíneas en Galicia" del que se conserva un ejemplar manuscrito en la biblioteca de la Complutense. Al año siguiente se presentó a la cátedra de Química Orgánica aplicada a la Farmacia en la Universidad de Barcelona, obteniendo dos votos en el tribunal y quedando segundo. Era el tercero de una ilustre saga de Casares, que se remonta, en línea directa hasta su padre y su abuelo y siguió con algunos de sus descendientes. Su abuelo, Antonio Casares Rodríguez, fue ilustre científico en Santiago de Compostela; su padre, Demetrio Casares Teijeiro, catedrático de Farmacología Vegetal en Granada, y su hijo, Román Casares López fue catedrático de Análisis Químico Aplicado y Bromatología y Toxicología de la Facultad de Farmacia de Madrid.

Empezó a trabajar en la Sociedad Larios de Málaga en 1901, prestando sus servicios hasta 1908. Se casó en Málaga en 1905. Entre 1908 y 1911 cursó estudios por libre en la "Internacional Institución Electrotécnica de Bruselas" obteniendo el título de Ingeniero Electricista. Simultaneó aquella actividad con la de químico analista en una fábrica de cremor tártaro, propiedad de los Sres. Lamothe y Jiménez aunque otros autores (LARA GARCÍA 2003), lo sitúan como fundador de la industria. En 1908 entró a formar parte del personal técnico de la Sociedad Anónima Cross en Badalona, pasando como Director a la de Alicante, y después a San Juan de Aznalfarache (Sevilla), donde estuvo hasta 1915. En este año se establece definitivamente en Málaga, abriendo la farmacia que actualmente se encuentra frente



Figura 1. Reverso del documento de Licenciatura.

a la Iglesia del Sagrario. En 1925 obtiene por oposición la plaza de Jefe de la Sección Química del Laboratorio Municipal, y se le encomienda ese mismo año la Dirección de la Farmacia Municipal de Málaga (LARA GARCÍA 2003) en cuyo cargo continuó hasta su fallecimiento. Precisamente por este cargo, traspasó su farmacia por ser incompatible. Fue también Vicepresidente y Presidente, por algunos meses, de la Diputación de Málaga, en 1940.

Empezó a colaborar con la Sociedad Malagueña de Ciencias en 1920 con dos conferencias ("Un grano de arena" y "La Industria y la Ciencia, ver Tabla 1), y fue admitido en ella en 1938, desarrollando una intensa actividad en forma de conferencias, la mayoría de ellas publicadas. Fue Presidente de la misma en dos ocasiones: 1944-1947 y 1957-62. Durante su segunda etapa presidencial, la Sociedad retoma, según cuenta Miguel ÁLVAREZ CALVENTE (2007), la ilusión de convertirse en Academia, aunque con poco éxito. Sin embargo se consiguen subvenciones económicas que alegran la maltrecha economía de la Sociedad.

Impartió clases de química en el Seminario de Málaga y participó en asociaciones y fundaciones de carácter solidario como la Hermandad de San Cosme y San Damián, asociación farmacéutico-sanitaria de desarrollo profesional, ético y asistencial, con antecedentes históricos en nuestro país y Europa, siendo su cofundador en Málaga junto con D. José Gálvez Ginachero (GARCÍA-HERRERA 1966). Fue un hombre conocido y respetado en la sociedad malagueña de su época, tanto por su trabajo profesional, como por su implicación en actividades públicas y asistenciales.

### ACTIVIDAD CIENTÍFICA

A pesar de las obligaciones que impondría su numerosísima familia, dieciséis hijos vivos, nacidos entre 1906 y 1935, (Fig. 2) supo encontrar tiempo para una intensa actividad científica, tanto en su propia especialidad de farmacia analítica (Fig 3), como en un campo absolutamente sorprendente.

La física de principios del siglo XX estaba en ebullición, con las aportaciones de Planck, Einstein, Heisenberg, etc. Con la hipótesis de la energía en cantidades discretas, el efecto

fotoeléctrico, la teoría de la relatividad, la Mecánica Cuántica y el principio de Incertidumbre, se planteaban nuevas formas de ver el Universo, algunas de ellas contradictorias con lo que podría llamarse la manera "normal" de percibir los fenómenos físicos.



Figura 2. Familia del Dr. Casares Bescansa en 1935.

Se habían removido las bases de lo que muchos creían que era un cuerpo doctrinal sólido. Posiblemente, la física que estudiara el Dr. Casares Bescansa en la Facultad era la física antigua (la constante de Planck, base de la mecánica cuántica fue postulada en 1900, y tras ella vinieron las otras aportaciones citadas). Para una mente cultivada e inquieta, probablemente con una sólida formación básica, podía ser un reto intelectual que no pudo pasar por alto. Mi hipótesis es que debió estudiar tras su licenciatura sobre estos conceptos básicos, y los manejaba con soltura porque incluso se permite poner en cuestión algunas fórmulas, por ejemplo, la que da Einstein para el calor específico de un cuerpo sólido.

He intentado seguir la argumentación físico-matemática del Dr. Casares, que le llevó a concluir lo erróneo de esa fórmula, comparándola con las que se dan hoy día (BEISER 2003). Propone primero (Mecánica del Microcosmos, p. 23) una falta de homogeneidad en la fórmula, que no es cierta, y después, utilizando la ley de Wien, llega a la conclusión de que la relación "frecuencia/T absoluta" es constante, con lo

que la capacidad calorífica es una constante para una masa dada. Lo que por otra parte es aproximadamente cierto para temperaturas ordinarias e intervalos de temperatura no demasiado grandes (SEARS & ZEMANSKY 1957). Para otras temperaturas el modelo de Einstein y otros posteriores se ajustan mejor a los datos experimentales. Aparentemente el Dr. Casares hace una combinación incorrecta de dos postulados diferentes, a saber, el desarrollo del modelo para la capacidad calorífica y la ley de Wien.



Figura 3. Trabajando en su laboratorio.

Revisando las actas de la Sociedad, he encontrado una referencia de compras de libros de física y química (2/07/1936), lo que confirmaría esa revisión por su parte de la nueva física, en la que intervendrían también seguramente sus estudios como ingeniero electrotécnico.

En la Tabla 1 se adjunta una relación detallada de sus publicaciones, que se podrían clasificar en tres grupos: las propias de su trabajo y especialidad, que se refieren a

procedimientos analíticos, algunas de carácter general y humanista y, señaladas en negritas, las que tienen que ver con aspectos varios de física básica, especialmente en lo que se refiere a calor y luz, y la relación con la composición de la materia.

Sobre las primeras, he encontrado dos de ellas en el archivo municipal, y resúmenes de otras en ROLDÁN GUERRERO (1959-63). Me ha llamado la atención la minuciosidad de las descripciones de método, por ejemplo la manera "artesanal" de controlar la temperatura para la determinación de la humedad en grasas, o el cálculo de una tabla de densidades para la determinación del porcentaje de grasas en un extracto con tetracloruro de carbono. Abordó también temas de carácter teórico (ácido nucleínico, serie aromática, etc.) entre 1900 y 1924. Debió ser un magnífico analista, que desarrolló su actividad profesional en el laboratorio y farmacia municipal, y en su casa como analista particular.

No eludió tampoco temas de carácter más humanista, como la democracia (¡en los años 40!) mecanografiada en la biblioteca de la Academia, la ciencia como motor de progreso (ROLDÁN GUERRERO, 1959-63), etc., en las que expone su particular visión de estos temas. Era un científico que creía en la necesidad de la ciencia, y luchaba por su divulgación.

Y llegamos al grupo de publicaciones sobre física básica. El Dr. Casares Bescansa maneja con soltura, aunque no siempre correctamente desde la perspectiva de hoy, conceptos y leyes fundamentales, obteniendo casi siempre conclusiones correctas con hipótesis heterodoxas. Sin entrar en un análisis exhaustivo de sus desarrollos, destacaría esa visión global que le permitía manejar fórmulas aparentemente dispersas para obtener resultados coherentes.

En la figura 4 aparecen dos resúmenes de conferencias, tomados de ROLDÁN GUERRERO (1957-63). En la conferencia sobre "Energía de las ondas" se presentan algunas reflexiones sorprendentes que merece la pena señalar. Argumenta sobre las interacciones entre el electrón y las "ondas transmisoras", calcula el "peso del electrón" (hoy hablaríamos de su masa) con bastante exactitud, pero avanzando en sus argumentos, reconoce que llega a resultados imposibles.

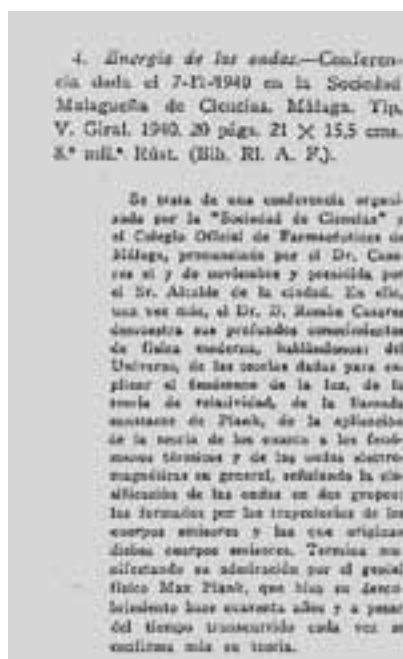
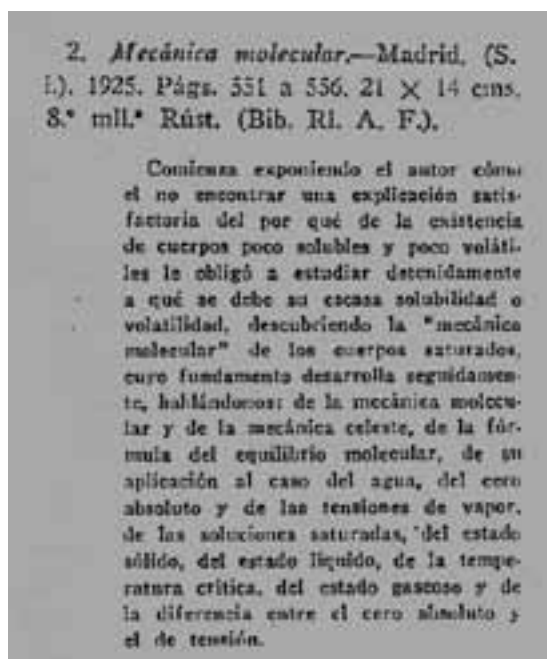


Figura 4. Resumen de las conferencias "Mecánica Molecular" y "Energía de las ondas".

El siguiente párrafo es transcripción literal de su conferencia:

*Contemplando el cuadro anterior, el físico que estudie un elemento libre puede asegurar que aumentando la energía disminuye la materia, pero no por aniquilamiento sino por fraccionamiento. No sería una hipótesis atrevida el que el electrón de Millikan se fraccionase con las altas frecuencias. Entramos en un terreno hipotético que no quiero seguir.* Energía de las ondas (1940, p. 21).

Aunque el electrón, a la luz de nuestros conocimientos no tiene subestructuras reconocidas, sí es cierto que se han descubierto para otros constituyentes del átomo. La posibilidad de conversión entre masa y energía, postulada por Einstein y otros científicos, (recuérdese que en esa fecha aun no habían estallado las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki) suena algo profética. Como él mismo reconoce, se aventura en terreno desconocido. Y seguramente, fruto de esa inquietud, aparece durante su etapa presidencial, en 1958, una conferencia impartida por D. Rafael Miranda Serrano ("Introducción matemática a la mecánica cuántica"), que indica que la élite intelectual de la época no era ajena a los avances científicos en este campo.

Todo este cuerpo de argumentos y reflexiones fueron recogidos, hacia el final de

su vida en el libro antes citado (Fig. 5). No voy a entrar en detalles minuciosos, que nos llevarían casi a hacer un tratado nuevo de Física, desde luego fuera de mi alcance. Simplemente una revisión del índice que nos da una idea de los variados temas que trata.

Comienza exponiendo sus ideas sobre la naturaleza del calor y la luz; recordamos aquí que el concepto de la dualidad onda-partícula, es decir que la luz se comporta algunas veces como ondas y otras como partículas, es del primer tercio del siglo XX. Apunto aquí un breve resumen sobre la naturaleza de la luz, redactado por el Dr. Acosta Mira, que posiblemente sea el único testigo que conozco de la última conferencia del Dr. Casares (1960).

*Newton la consideraba de naturaleza corpuscular. Huygens como onda. Young demuestra su naturaleza de onda. En 1917 Einstein define el fotón, basado en la teoría cuántica de Planck. Es una onda/partícula sin masa, que incluye toda la radiación electromagnética. En 1931 de Broglie introdujo la dualidad materia/onda al difractar el electrón que es una partícula con masa. Después surgió la ecuación de onda, el principio de incertidumbre y las bases de la mecánica cuántica que el propio Einstein no aceptó por completo. Actualmente la física mantiene como válido el fotón, aunque de una forma compleja y creo que controvertida. (Recientes avances proponen una masa inercial para el fotón).*



Figura 5. Última y más completa publicación.

Sigue hablando del éter, concepto hoy día anticuado, pero seguramente le costaba trabajo admitir que las ondas electromagnéticas se pueden propagar en el vacío absoluto. Y de hecho hoy día se postula la existencia de lo que se llama materia oscura, que nadie sabe lo que es ni donde ni como se encuentra, pero parece necesaria para las últimas teorías sobre el universo. Continúa con la constante de Wien, la de Planck, emisores y receptores de calor, y lo que llama ondas transmisoras (hoy día serían ondas electromagnéticas). Esboza una teoría cinética de los gases diferente de la que hoy se mantiene, aunque curiosamente llega a resultados correctos. Frente al caos molecular de la teoría actual, y los choques desordenados, él postula moléculas que giran, y generan presión por la fuerza centrífuga. Movimiento de los electrones, colores, sonidos, el efecto fotoeléctrico, la radiación del sol, la refracción y otros fenómenos ópticos, diámetro de los átomos y el átomo de Bohr, son los restantes temas. Como se ha citado antes, algunos de sus cálculos son erróneos, a la luz de los actuales conocimientos, pero considero que el mérito está en haberlos hecho, afrontando ese reto intelectual antes citado.

Sin lugar a dudas contribuyó intensamente a uno de los fines de la Sociedad (hoy Academia) Malagueña de Ciencias, divulgando el conocimiento científico y transmitiendo el interés por lo desconocido. Él termina su libro con una frase de Newton, que, según creo, retrata muy bien su actitud:

*Somos niños que jugamos en la playa mientras el Océano de la verdad se extiende inexplorado ante nosotros.*

### AGRADECIMIENTOS

Esta recopilación no habría podido hacerse sin la colaboración entusiasta del bibliotecario de la Academia Sr. Linares, del responsable de la Biblioteca en la UMA, y de algunos miembros de la familia que han aportado detalles significativos sobre su biografía. Y al Dr. Serrano Casares, Académico y nieto del Dr. Casares Bescansa, por su asesoramiento en los aspectos de Física discutidos en esta nota.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ CALVENTE, M. 2007. Anotaciones Históricas sobre la Sociedad Malagueña de Ciencias. (1872-2002). Academia Malagueña de Ciencias, Málaga.
- BARREIRO, X.R. 2003. Historia de la Universidad de Santiago de Compostela. Universidade de Santiago de Compostela, Parlamento de Galicia.
- BEISER, A. 2003. Concepts of Modern Physics, Sixth edition. McGraw-Hill, New York.
- CASARES LÓPEZ, M. C. 2000. Guía de la familia Casares López (Edición privada).
- GARCÍA HERRERA, G. 1966. El Doctor Gálvez. Gráficos San Andrés, Málaga.
- LARA GARCÍA, M.P. 2003. Historia del Laboratorio Químico y la Farmacia Municipal de Málaga. *Isla de Arriarán* 22: 265-298.
- ROLDÁN GUERRERO, R. 1958-63 Diccionario biográfico y bibliográfico de autores farmacéuticos españoles. Tomo I. Gráficas Valero, Madrid.
- SEARS F.W. & ZEMANSKY M.W. 1957. Física General. Ed. Aguilar, Madrid.

Tabla 1. Publicaciones y trabajos del Dr. Casares Bescansa, por orden cronológico

Fecha	Título	Referencias y observaciones
1899	Las muscíneas en Galicia	Tesis doctoral inédita
1900	Preliminares de estereoquímica y estudios del carbono asimétrico	Presentado para las oposiciones a la Cátedra de Química Orgánica Aplicada a la Farmacia
1907	Moléculas orgánicas	Conferencia pronunciada el 17 de enero en la SMC (Biblioteca SMC nº 4636)
1911	Estereoquímica de la serie aromática	Alicante. An. Soc. Esp. Quim. y Fis. A X tomo V, 1912, p. 14
1916	Acido nucleínico español	En colaboración con José Dolome. El Mon. Farm. de 22, p. 9 y 39
1920	Un grano de arena	Conferencia pronunciada el 2 de abril en la SMC (Biblioteca SMC nº 4637)
1920	La Industria y la Ciencia	Conferencia pronunciada el 20 de febrero en la SMC, bibl. RAF
1922	Reacción de Gerhardt en las diabetes	Rev. Farm. Santiago. Tomo X, p. 77
1924	Explicación química de las reacciones biológicas de fijación de complejos	Rev. Farm. Santiago. p. 86
1925	Mecánica Molecular	Bib. Rl. A. F
1926	La glucosa en la diabetes	Rev. Farm. Santiago. Tomo XIV
1926	Aguado de la leche. Fórmula para la determinación de un extracto. Toxicidad patológica	Rev. Farm. Santiago. Tomo XIV, p. 411
1927	La leche desde el punto de vista analítico en su uso para las instituciones de puericultura	Rev. Farm. Santiago. Tomo XV, p. 333
1928	Hipótesis de Avogadro y Ampere	Málaga. III. Rev. Farm. Santiago tomo XVI, p. 93
1936	El farmacéutico en la guerra. Pacifismo. Defensa del pueblo contra los gases de combate	Bol. Of. I.F.M. col Málaga, tomo II, nº 3
1938	<b>Universo Molecular (*)</b>	Conferencia pronunciada el 4 de noviembre en la SMC
1940	<b>Física Ondulatoria</b>	Conferencia pronunciada el 31 de enero en la SMC (Biblioteca AMC)
1940	<b>Energía de las ondas (*)</b>	Conferencia pronunciada el 7 de noviembre en la Hermandad de San Cosme y Damián
1940	Métodos oficiales de Análisis de Alimentos	Libro en colaboración con varios autores, 195 pp. Ref. en anejo
1941	<b>Composición física de la materia (*)</b>	Conferencia el 1 de Octubre en la SMC (resumen en anejo)
1941	<b>Energía de las ondas</b>	Farm. Nueva, A VI nº 48, p. 12, nº 49, p. 14
1942	Flor del aire	Memoria premiada en la 1ª Semana Farmacéutica Nacional, mecanografiada (ejemplar en la biblioteca del autor)
1942	Lo que es la atracción universal	Presentado en la 1ª Semana Farmacéutica Nacional. Original mecanografiado (biblioteca del Dr. Casares Bescansa, no disponible)
1942	Galileo: el inventor	Conferencia en la SMC el 26 de marzo
1943	<b>Mecánica del microcosmos (*)</b>	Biblioteca R. A. Farmacia
1944	La teoría filosófica de la democracia ante las ciencias físico naturales	Conferencia en la SMC el 4 de abril
1944	<b>Volumen y materia</b>	Conferencia en la SMC el 14 de diciembre
1945	<b>La luz : I</b>	Conferencia en la SMC el 14 de junio
1946	<b>La luz: II</b>	Conferencia en la SMC el 17 de enero
1948	<b>Calor, luz y rayos cósmicos</b>	Conferencia en la SMC el 12 de enero
1948	El milagro ante las ciencias positivas	Conferencia en la SMC el 22 de noviembre
1950	Sobre la determinación de la cantidad de grasa en los turbios de aceite (nota de laboratorio)	Anales de Bromatología, tomo II
1950	Determinación de la humedad en las grasas (nota de laboratorio)	Anales de Bromatología, tomo II
1959	<b>Física Racional. Calor y Luz</b>	Ed. Casares, 179 pp. Nº depósito legal (M.11462, 1958)
1960	<b>Estudio de las ondas transmisoras (*)</b>	Conferencia inaugural del curso 1959-60 (SMC)

(\*)Versiones digitalizadas en la biblioteca de la AMC.

# LOS MONTES SUBMARINOS DE LA PLATAFORMA MARGINAL DE MOTRIL, MAR DE ALBORÁN: INTERACCIÓN CON LAS MASAS DE AGUA PROFUNDA

Desirée Palomino<sup>1</sup>, Juan Tomás Vázquez<sup>1</sup>, Gemma Ercilla<sup>2</sup>,  
Belén Alonso<sup>2</sup> y Nieves López-González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Español de Oceanografía. Puerto Pesquero s/n. Fuengirola (Málaga)

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias del Mar-CSIC. Paseo Marítimo de la Barceloneta 37-49. Barcelona

## INTRODUCCIÓN

Los montes submarinos son elevaciones aisladas del fondo marino con una altura superior a 100 metros sobre el fondo del mar (STAUDIGEL et al. 2010). Este concepto ha sido definido en diferentes contextos y actualmente no existe una única definición que esté globalmente aceptada, por lo que algunos autores sólo incluyen las elevaciones con altura superior a 1000 metros

sobre el fondo del mar (KENNETT 1982). La presencia de montes submarinos en el fondo marino es frecuente, tanto en los márgenes continentales como en los fondos abisales. Se estima que en los fondos oceánicos podrían existir 25 millones de montes submarinos con una altura superior a 100 metros, la mayor parte de los cuales no han sido todavía estudiados (WESSEL et al. 2010). Sólo en el Mar de Alborán se han contabilizado al menos 33 montes submarinos (PALOMINO et al. 2015).

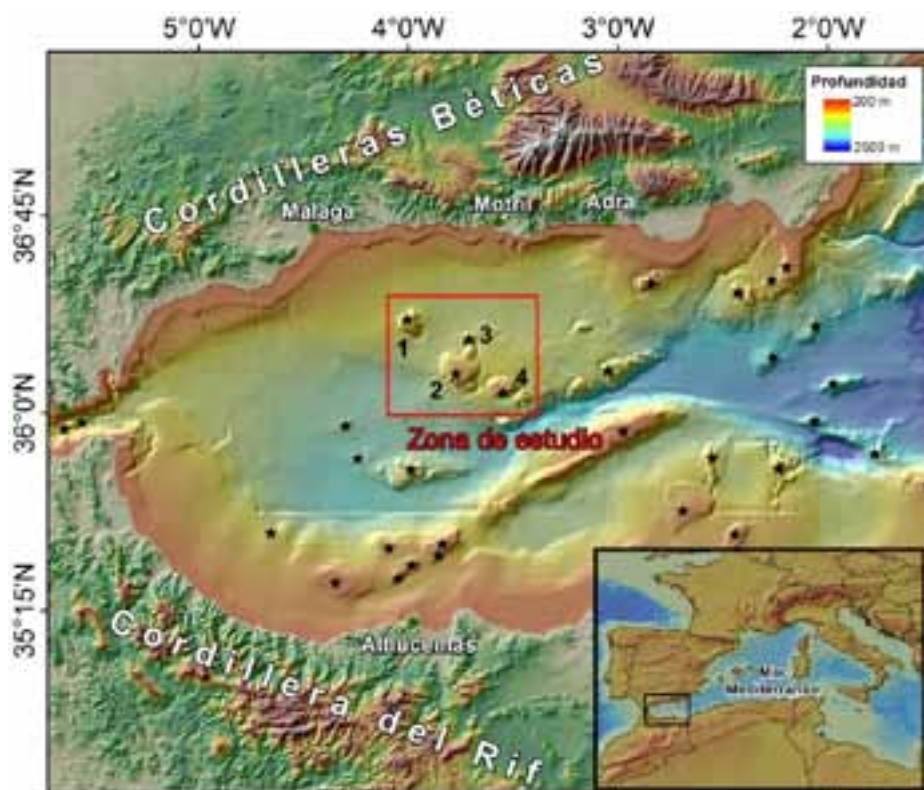


Figura 1. Mapa de localización de los montes submarinos del Mar del Alborán (estrellas negras) con indicación de la zona de estudio en la plataforma marginal de Motril, donde destaca la presencia de cuatro montes: 1. Avempace; 2. La Herradura; 3. Espolón de la Herradura; 4. Villa de Djibouti.

La presencia de montes submarinos condiciona y modifica los procesos geológicos y oceanográficos que tienen lugar a su alrededor (PALOMINO 2016). Los montes interactúan con el régimen hidrodinámico (ERCILLA et al. 2011), alteran la trayectoria de las masas de agua (OWENS & HOGG 1980; KENNETT 1982; HERNÁNDEZ-MOLINA et al. 2006; HOWE et al. 2006), afectan a los procesos sedimentarios en las zonas adyacentes (DAVIES & LAUGHTON 1972) y constituyen áreas donde la biodiversidad y la productividad biológica son muy elevadas (ROGERS 1994; GENIN 2004).

En este trabajo se describen las características morfológicas de 4 montes submarinos: Avempace, La Herradura, El Espolón de La Herradura y Villa de Djibouti, que se localizan en la plataforma marginal de Motril, frente a las localidades de Málaga y Adra (Fig. 1). Además, se presta especial atención a las formas geológicas que se desarrollan bajo la influencia de las masas de agua mediterránea al interactuar con estas elevaciones submarinas. Con este análisis se mejora el conocimiento de los procesos geológicos activos en la zona, y en especial el papel que juegan las masas de agua mediterráneas modelando el fondo marino en esta región.

### **CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS**

La Cuenca del Mar de Alborán conforma la unidad fisiográfica más occidental del Mar Mediterráneo y está localizada en el interior del Arco de Gibraltar, formado por las cordilleras Béticas en el sur de Iberia, y del Rif en el norte de África (Fig. 1). Esta estructura se produjo por el desplazamiento hacia el oeste del dominio cortical de Alborán, y su colisión con el margen continental sur-ibérico y el norte-africano durante el Oligoceno tardío y el Mioceno, hace unos 23 Ma (PLATT & VISSERS 1989; GARCÍA-DUEÑAS et al. 1992; COMAS et al. 1999; PLATT 2007).

En este esquema geodinámico, la formación de pliegues y cabalgamientos compresivos a lo largo de la región del frente de colisión, fue coetánea con la formación de grandes fallas extensionales y el adelgazamiento de la corteza en la parte interna del arco, desde el Mioceno temprano al Tortonense. El resultado de esta actividad extensional fue la formación de las diferentes cuencas sedimentarias que constituyen la estructura del Mar de Alborán, un adelgazamiento cortical (TORNE et al.

2000) y diversos episodios volcánicos de tipo andesítico (DUGGEN et al. 2004; GILL et al. 2004), generándose en esta fase altos estructurales de basamento metamórfico y volcánicos agrupados.

Posteriormente, hace unos 10 millones de años, a partir del Tortonense superior se produjo una rotación de la dirección de la convergencia entre las placas de África y Eurasia desde N-S a NO-SE (DEWEY et al. 1989) que fue la responsable de un acortamiento del sistema orogénico del Arco de Gibraltar, produciendo la elevación de los principales relieves presentes alrededor de la Cuenca del Mar de Alborán, el basculamiento radial del basamento de los márgenes hacia el interior de la cuenca, la reducción en anchura de la cuenca Miocena, y el levantamiento estructural en el interior de la cuenca de los altos morfológicos previos, tanto de los estructurales como de los de naturaleza volcánica (VÁZQUEZ et al. 2015).

En la actualidad, la convergencia entre las placas de África Occidental (Nubia) y Eurasia se mantiene en dirección NO-SE a ONO-ESE (MCCLUSKY et al. 2003; FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ et al. 2007; VEGAS et al. 2008; NOCQUET 2012) y es responsable de la tectónica activa reciente en la región, que queda marcada en la morfología de la cuenca (BALLESTEROS et al. 2008; VÁZQUEZ et al. 2008; MARTÍNEZ-GARCÍA et al. 2011; VÁZQUEZ et al. 2014).

### **CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS**

Como respuesta a esta evolución y a la configuración cortical, el fondo marino del Mar de Alborán muestra una compleja fisiografía que ha sido tradicionalmente dividida en tres dominios principales: márgenes continentales (plataforma y talud), cuencas y altos estructurales (OLIVET et al. 1973; AUZENDE et al. 1975; MALDONADO et al. 1992); aunque se han diferenciado también plataformas aisladas, plataformas marginales y altos morfológicos.

Las plataformas marginales son zonas elevadas del talud que se encuentran a una menor profundidad formando un escalón en sus bordes.

El sector central del Mar de Alborán corresponde con la plataforma marginal de Motril (Figs. 1 y 2). Se extiende hasta profundidades de 700 y 850-900 m, aunque localmente puede alcanzar profundidades

de hasta 1100 m en relación con depresiones batimétricas situadas en la base de los montes submarinos. La morfología de esta plataforma marginal se caracteriza por una pendiente suave ( $<0.5^\circ$ ), donde el área de menor pendiente se encuentra en la parte proximal de la plataforma marginal, mientras que en su parte distal se produce una elevación de la superficie que se caracteriza por la presencia de numerosos relieves submarinos relacionados con altos estructurales y/o volcánicos (Fig. 2).

### CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS

En el Mar de Alborán se han diferenciado cinco masas de agua principales (MILLOT 2009), una de origen atlántico: Agua Atlántica (AW), que penetra a través del Estrecho de Gibraltar y fluye hacia el este por la capa superficial de 150-250 m de espesor en los márgenes suribérico y norafricano, respectivamente; y cuatro masas de agua de origen mediterráneo: el Agua del Mediterráneo Occidental (WMW), a 150-200 m de profundidad en la cuenca oeste; el Agua Levantina Intermedia (LIW), que se forma en el Mediterráneo Oriental y fluye hacia el oeste a

profundidades entre 200 y 600 m; el Agua Densa del Tirreno (TDW), que se origina en el Mar Tirreno y fluye bajo los 500 m de profundidad; y el Agua Profunda del Mediterráneo Occidental (WMDW), que rellena las cuencas de Alborán a grandes profundidades y se acumula principalmente a lo largo del margen del norte de África.

En el Mar de Alborán, las Aguas Mediterráneas Intermedias (WIW, LIW y TDW superior) son menos densas y menos salinas, y circulan principalmente por el margen septentrional, mientras que las Masas de Agua Mediterráneas más densas y profundas (TDW inferior y WMDW) se encuentran condicionadas por la topografía del fondo marino dando lugar a que la WMDW se divida en tres ramas principales que pueden sufrir ascensos provocados por la batimetría, principalmente en el margen meridional de la cuenca (PARRILLA et al. 1986; ERCILLA et al. 2016). Todas estas masas de agua mediterráneas circulan hacia el oeste en sentido antihorario y paralelas al talud en forma de corrientes de densidad.

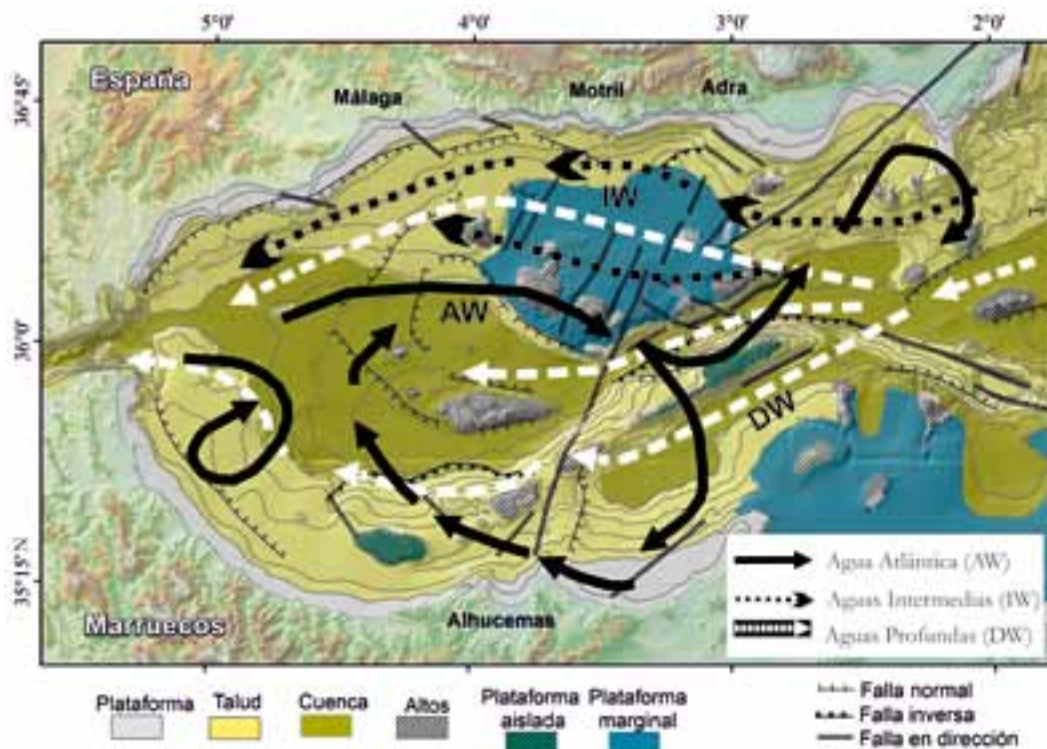


Figura 2. Mapa Batimétrico del Mar de Alborán en el que se muestran los principales dominios fisiográficos, elementos tectónicos y trayectoria de las principales masas de agua (Modificada de Vázquez 2001; Ercilla et al. 2016). Isobatas representadas cada 100 m.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El conjunto de datos utilizados en este estudio han sido obtenidos mediante diferentes técnicas geofísicas. Se han usado datos de ecosonda multihaz (KONGBERG EM 300) y perfiles sísmicos de alta (EG & G sparker) y muy alta resolución (sonda paramétrica TOPAS PS 018). Estos datos fueron adquiridos por la Secretaría General del Mar (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) y por el Instituto Español de Oceanografía y el Instituto Geológico y Minero de España (Ministerio de Economía y Competitividad) durante varias campañas oceanográficas en diferentes buques oceanográficos en 1990, 2002-2003 y 2010. Los datos de ecosonda multihaz se procesaron desde la Secretaría General del Mar utilizando para ello el paquete NEPTUNE™ de Simrad, obteniéndose una resolución batimétrica de 35 m con una cobertura del fondo marino del 100%. Además, se obtuvieron los valores de reflectividad del fondo a partir de los datos batimétricos utilizando el programa CARAIBES™.

Para el análisis morfológico se ha utilizado un sistema de información geográfica (ArcGIS™

desktop v 10.3.1). Los datos sísmicos se importaron como archivos SEG-Y al programa IHS KINGDOM para su interpretación y el estudio de las características subsuperficiales.

## RESULTADOS

### Geomorfología de los montes submarinos

Los montes submarinos cartografiados en la plataforma marginal de Motril son: banco Avempace (o Algarrobo), banco de La Herradura, Espolón de La Herradura (o banco norte de La Herradura) y banco de Villa de Djibouti (también conocido en alguna referencia científica como banco de El Eidrissi). Estos montes muestran una geometría de cono truncada, excepto el Espolón de La Herradura cuya geometría es casi piramidal. Su altura oscila entre 500 m en los flancos nororientales y 1000 m en los flancos suroccidentales, y sus cimas se encuentran a unos 200 m de profundidad bajo la superficie del mar (Tabla I). La pendiente media de las cimas es suave ( $0.8^\circ$ ), aunque localmente se encuentran valores de  $2^\circ$  cerca de la cima que contrasta con el importante gradiente de los flancos ( $> 50^\circ$ ).

Tabla I. Localización, dimensiones y parámetros morfológicos de los montes submarinos estudiados. La longitud y la anchura están medidas como los ejes perpendiculares más largo y más corto, respectivamente, la altura como la profundidad desde la cima de cada monte al fondo marino adyacente y el área se ha medido en la base del monte.

Nombre del Monte	Avempace	La Herradura	Espolón de La Herradura	Villa de Djibouti
Localización	3°58'W / 36°22'N	3°45'W / 36°12'N	3°41'W / 36°18'N	3°33'W / 36°08'N
Profundidad max/min (m)	970 / 250	930 / 270	867 / 436	870 / 200
Longitud/Anchura (m)	12500 / 10000	17800 / 16000	610 / 490	9700 / 10500
Altura (m)	700	660	431	670
Área (km <sup>2</sup> )	83	202	22.5	77
Pendiente max/min (°)	53.3 / 0.01	51.9 / 0.00	22.8 / 0.8	43.5 / 0.02

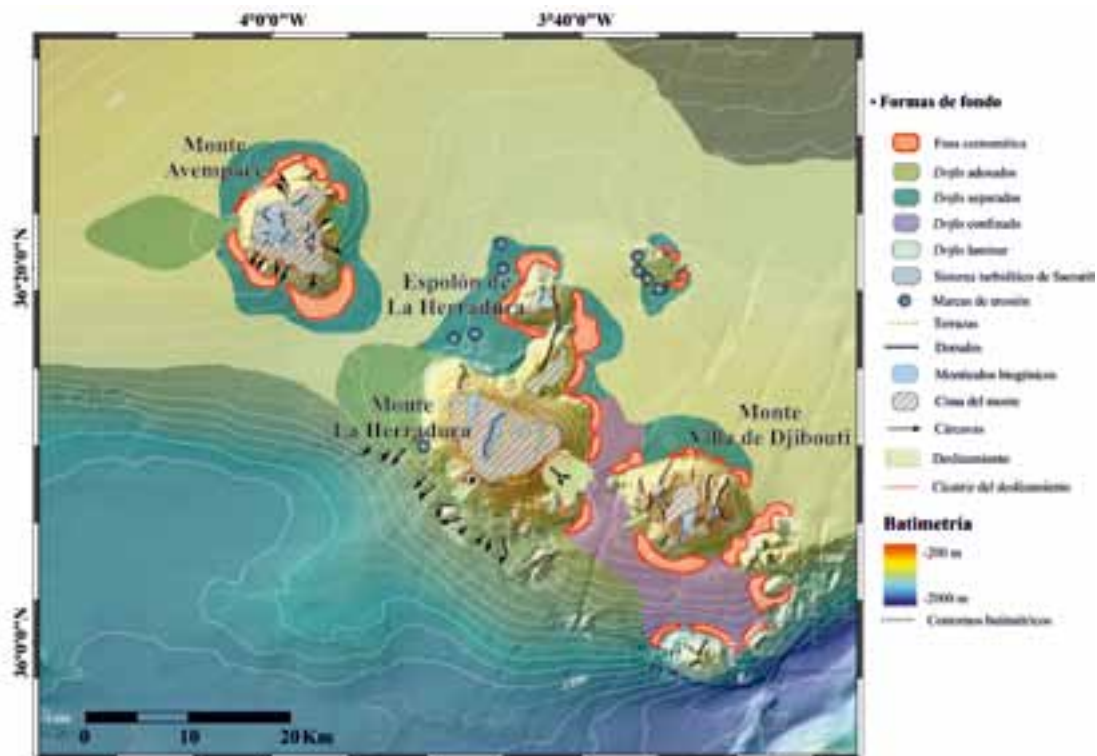


Figura 3. Mapa fisiográfico del área de estudio que muestra la diversidad de formas de fondo diferenciadas en los montes submarinos de la plataforma marginal de Motril.

#### *Cima de los montes submarinos*

Las cimas de estos montes se encuentran a profundidades entre 200-400 m, excepto el Espolón de La Herradura cuya profundidad oscila entre 440 y 500 m. Estas superficies presentan unos valores de reflectividad de alta a muy alta ( $> -20$  dB) caracterizadas por un complejo patrón de bandas alternantes con diferentes valores de reflectividad (Fig. 4A). Esta configuración muestra distintas orientaciones aunque las direcciones predominantes son NO-SE y NNO-SSE (Fig. 4B). Este complejo patrón está producido por afloramientos alargados del basamento de los montes, generando pequeñas crestas y el crecimiento de estructuras biogénicas que se superponen a las anteriores.

#### *Flancos de los montes submarinos*

En los flancos de los montes predominan las formas como cárcavas y deslizamientos, formados con procesos sedimentarios perpendiculares a la pendiente.

- *Las cárcavas* se han cartografiado formando un grupo en los flancos del monte

Avempace (Fig. 3). Sus cabeceras se sitúan a profundidades medias de 450 m y las desembocaduras a una profundidad máxima de 780 m. Tienen una orientación radial respecto a la cima y presentan longitudes medias de 2 km y anchuras medias de 1.5 km.

- *Los deslizamientos* se han identificado en el flanco sur del monte La Herradura (Fig. 3) (PALOMINO et al. 2009). El deslizamiento que se dirige al SE cubre un área de 13 km<sup>2</sup> y se extiende 4 km en longitud. La cicatriz de su cabecera se localiza entre 320 m y 480 m de profundidad, tiene una geometría curva de unos 5 km de longitud que genera un desnivel desde 30 a más de 100 m y presenta una pendiente media de 30°. El deslizamiento que se dirige al SO tiene un tamaño considerablemente menor, ocupa un área de 2 km<sup>2</sup> y alcanza una extensión de 1,5 km. Las cicatrices de deslizamiento se sitúan a profundidades de 340-520 m y presentan una geometría curva de unos 3 km de longitud, relieves que varían de 30 a 90 m de altura y una pendiente media de 25°.

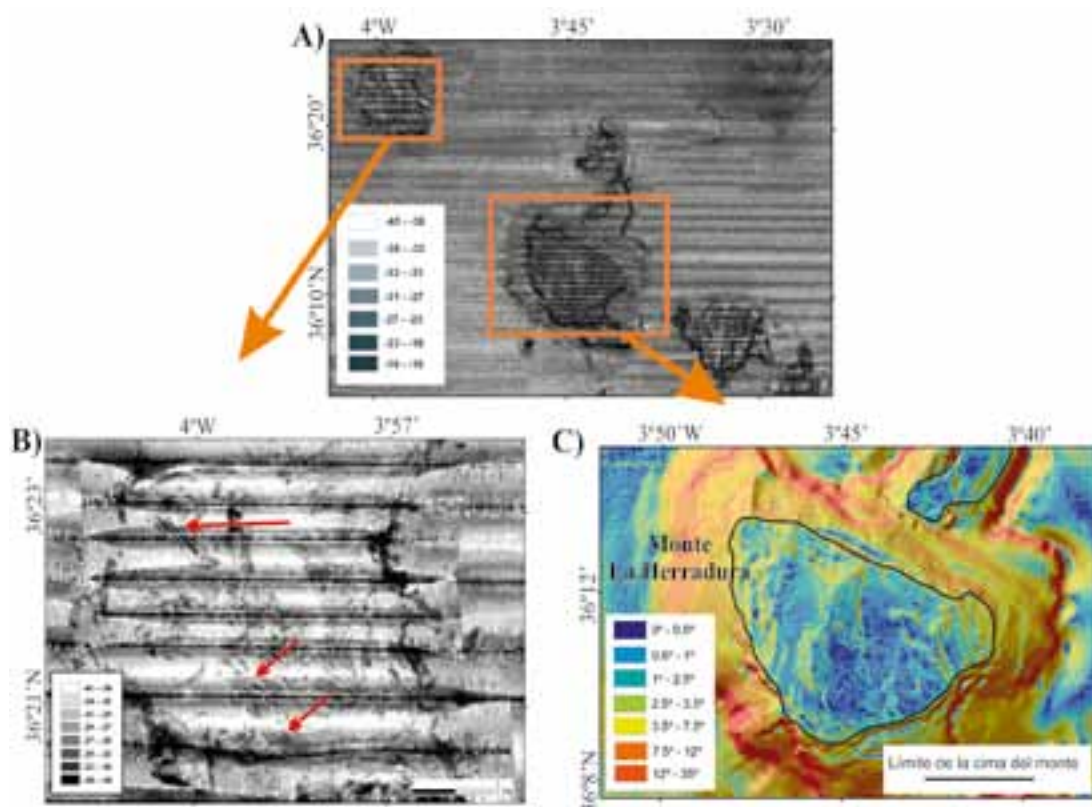


Figura 4. Selección de imágenes donde se muestran las cimas de los montes Avempace y La Herradura: A) mapa de reflectividad (en decibelios, dB). B) Bandas de alta reflectividad (en dB, indicadas por las flechas rojas) en la cima del monte Avempace. C) Variación del gradiente de pendiente (en grados) en la cima del monte La Herradura.

Algunas cicatrices afectan a los flancos este y sur del monte Avempace, con longitudes que oscilan entre 500 m y 2 km, relieves de 20-40 m de altura y una pendiente media de 20°.

#### Formas relacionadas con las corrientes de fondo

Tanto en los montes submarinos como en el fondo marino adyacente a los mismos se han identificado diferentes formas relacionadas con la acción de corrientes de fondo (Fig. 3) que se han dividido en formas erosivas (fosas contorníticas, marcas de corrientes y terrazas) y deposicionales (crestas contorníticas).

##### *Fosas contorníticas*

Los fosas contorníticas consisten en depresiones alargadas que se localizan al pie de los montes (700-950 m de profundidad) y están asociados a crestas contorníticas (Fig. 5).

Estas fosas presentan distintas dimensiones en función del flujo que los genera, normalmente tienen relieves de 40 m, si bien, pueden alcanzar hasta 85 m en el sureste del monte Avempace. Presentan distintas orientaciones predominando las direcciones E-O, SE-NO, N-S y NE-SO, controladas en su desarrollo por la interferencia de la dirección del flujo de la masa de agua que las genera y los flancos de los montes submarinos con los que se relacionan. Su geometría se caracteriza por un perfil asimétrico en forma de U, que presenta una mayor pendiente hacia el lado del monte. Su anchura media en el sur del monte Avempace es de 1 km y su longitud de 5,5 km, mientras que al este del monte La Herradura (y del Espolón de La Herradura) tienen 2 km de anchura y 10 km de longitud. Por último, en la zona sur del monte Villa de Djibouti tienen una anchura de 1,2 km y hasta 9 km de longitud, mientras que en la zona norte son de menor longitud (hasta 3 km) y una anchura media de 800 m.

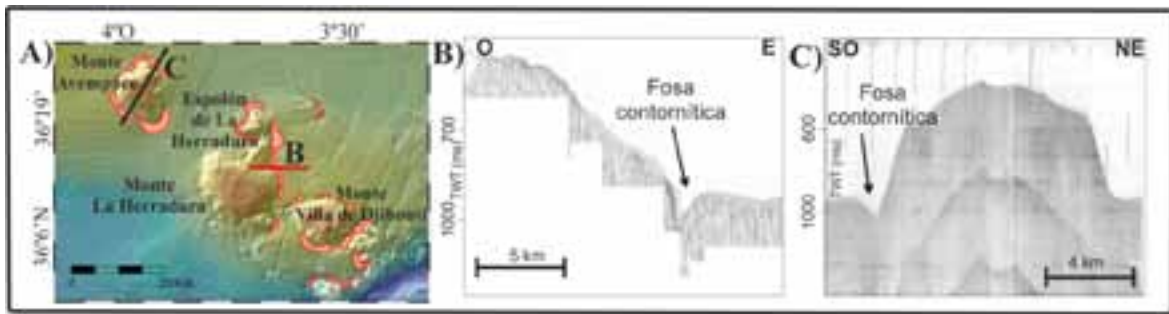


Figura 5. Selección de imágenes que muestran las fosas contorníticas: A) mapa batimétrico donde se cartografían las fosas contorníticas y se indica la situación de los perfiles sísmicos de las figuras B y C; B) perfil sísmico de TOPAS y C) perfil sísmico de SPARKER en los que se muestran los rasgos morfosísmicos de las fosas contorníticas. TWT, *two way travel* (tiempo doble); ms, milisegundos.

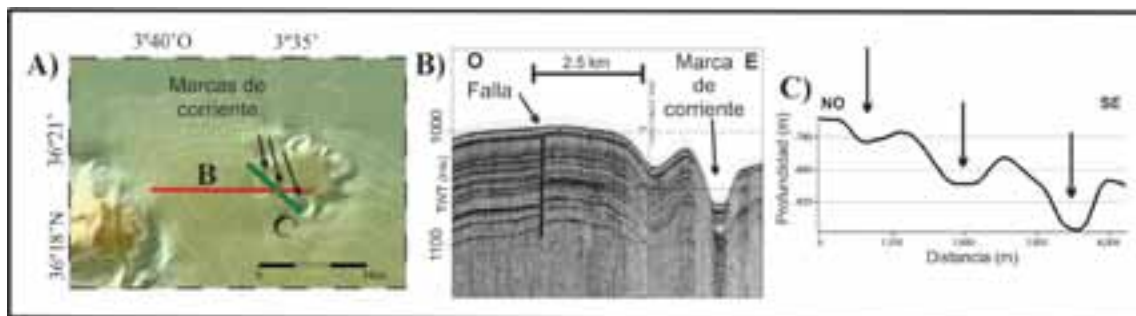


Figura 6. Selección de imágenes que muestran las marcas de corriente: A) mapa batimétrico donde se indica la localización de las depresiones circulares y la situación de los perfiles sísmicos de las figuras B y C; B) perfil sísmico de TOPAS que muestra las marcas de corriente y C) perfil batimétrico de la sección vertical de las marcas de corriente.

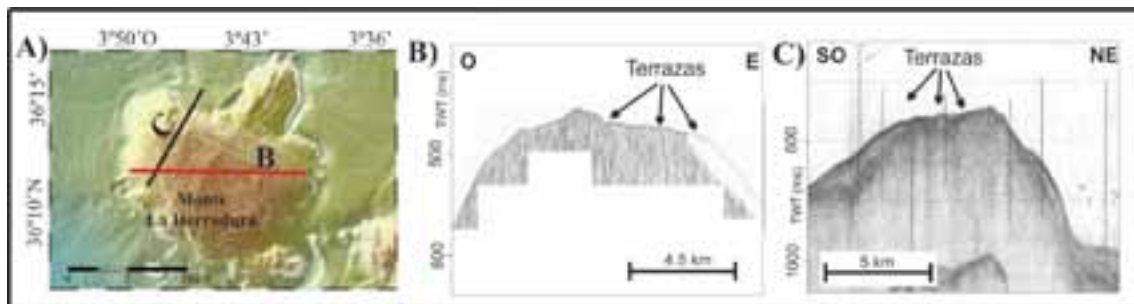


Figura 7. Selección de imágenes que muestran las terrazas: A) mapa de batimetría donde se muestra la presencia de niveles de terrazas erosivas en el monte de La Herradura y la localización de los perfiles sísmicos de las figura B y C; B) perfil sísmico de sonda paramétrica TOPAS y C) perfil sísmico de SPARKER, en los que se muestran los niveles de terrazas cerca de la cima del monte.

#### *Marcas de corriente*

Las marcas de corrientes hacen referencia a relieves negativos o depresiones de dimensiones variables que presentan una forma circular. Aparecen aisladas en el noroeste del monte La Herradura y agrupadas en el noreste del área de estudio, a sotavento de un pequeño alto estructural que se localiza al este del Espolón de La Herradura. Las

marcas de corriente presentan perfiles en U y V con anchuras variables entre 800-1000 m. Tienen un relieve negativo de 5-25 m respecto a los fondos marinos adyacentes y aparecen a profundidades de 750-900 m. Las marcas de corriente con perfil en V no muestran evidencias claras de erosión, mientras que las que tienen perfil en U presentan un fondo plano y reflectores truncados en sus flancos (Fig. 6).

### *Terrazas submarinas*

Las terrazas son elementos morfológicos relativamente planos, caracterizados por una baja pendiente (0-5°) y una gran continuidad lateral, en ocasiones llegan a presentar geometría de plano suavemente inclinado, y están limitadas por un escarpe de pequeño relieve, entre 5 y 10 m de altura (Fig. 7). Los escarpes pueden presentar geometrías irregulares debido a procesos erosivos, aunque algunos son lineales y podrían estar relacionados con fallas. Estas formas han sido cartografiadas en el flanco SO del monte La Herradura (Fig. 7). Las terrazas se encuentran formando distintos niveles que aparecen a profundidades comprendidas entre 280-450 m y tienen 6,5 km de longitud. También se han observado formas planas similares en el monte Avempace a unos 300 m de profundidad.

### *Crestas contorníticas*

Las crestas contorníticas o *drifts* contorníticos representan grandes acumulaciones de sedimento estratificado generadas por la acción de corrientes de fondo. Siguiendo la clasificación de REBESCO (2005), se han identificado cuatro tipos de *drifts*: i) *drifts* monticulados y elongados separados, ii) *drifts* adosados, iii) *drifts* confinados y iv) *drifts* laminares.

Los *drifts* monticulados y elongados separados (i) tienen relieves positivos y están siempre asociados con las fosas contorníticas situadas en la base de los montes y se localizan a profundidades comprendidas entre 700 y 950 m (Fig. 8A). Muestran distintas orientaciones (N-S, NE-SO, NO-SE y E-O) que se relacionan con la geometría del monte. Estos depósitos presentan alturas de 20-150 m sobre la profundidad media de la superficie del fondo marino adyacente, pueden llegar a tener hasta 9 km de anchura y entre 10 y 25 km de longitud, presentando pendientes de 0-2° que pueden alcanzar los 35° en los bordes de las fosas contorníticas. El espesor de estos depósitos es variable y puede oscilar desde unos 50 a más de 600 ms TWT (milisegundos en tiempo doble) (Fig. 8A). Los *drifts* adosados (ii) tienen formas elongadas, se localizan en el flanco occidental de los montes y se extienden desde estos hacia el oeste con una orientación preferente E-O a SE-NO formando una "cola de sedimento". En este caso alcanzan

hasta 50 m de altura, presentan una anchura comprendida entre 5-10 km, con longitudes de entre 5-20 km y pendientes de hasta 5°. El espesor de estos depósitos puede variar desde unos 50 a más de 600 ms TWT (Fig. 8B).

Los *drifts* confinados (iii) se localizan entre los montes submarinos, principalmente en la zona más meridional entre los montes La Herradura y Villa de Djibouti, con dirección NE-SO, y entre los montes Villa de Djibouti y otro alto morfológico situado al sur. Presentan una forma monticular con dirección E-O y una geometría irregular controlada por la distribución de los montes submarinos. Se caracterizan por tener relieves que exceden los 100 m sobre la superficie del fondo marino adyacente, y suelen alcanzar 5 km de anchura y 20 km de longitud. El espesor de estos depósitos es de unos 225 m dependiendo del espacio de acomodación existente entre los dos montes contiguos. En los perfiles sísmicos de alta resolución (Fig. 8C) se han observado espesores de hasta 400 ms TWT.

Los *drifts* laminares (iv) se encuentran en las zonas más planas de la plataforma marginal de Motril. Su superficie se caracteriza por relieves positivos con orientación NNO-SSE, con una elevación máxima de 15 m. En los perfiles sísmicos se observan más de 500 ms TWT de espesor (Fig. 8D).

## DISCUSIÓN

### **Procesos geomorfológicos e implicaciones oceanográficas**

La distribución de los depósitos contorníticos y rasgos erosivos en los montes submarinos de la zona septentrional de la cuenca del Mar Alborán sugiere que se encuentran bajo la influencia de las corrientes marinas profundas. Esta distribución es coherente con la existencia de una rama de la masa de agua Mediterránea Profunda que circula sobre la plataforma marginal de Motril y entre los montes localizados en el talud norte del margen de Alborán, por debajo de la masa de agua Mediterránea Intermedia.

Este flujo actual de agua que fluye hacia el oeste concuerda con el flujo de masas de agua mediterráneas descrito anteriormente por otros autores (PARRILLA et al. 1986; MILLOT 2009; ERCILLA et al. 2016). Además, la dirección y la

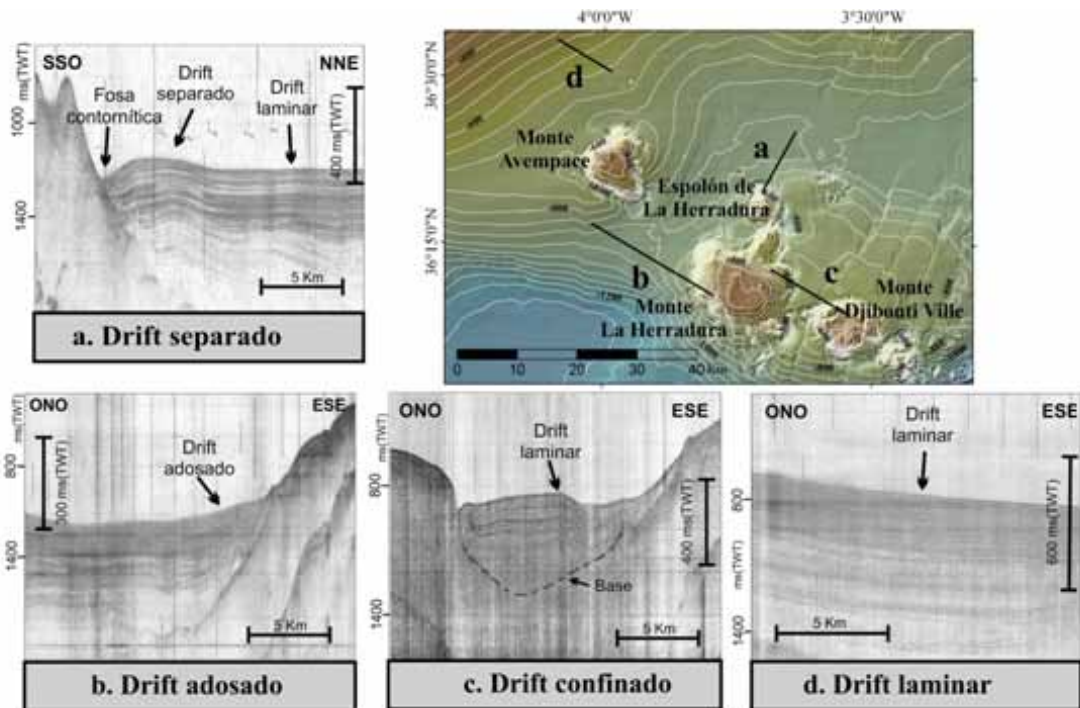


Figura 8. Selección de perfiles sísmicos de SPARKER que muestran diferentes ejemplos de crestas contorníticas. La localización de los perfiles se encuentra en el mapa de batimetría en la esquina superior derecha.

velocidad de las corrientes de fondo estarían condicionadas por factores geomorfológicos de la superficie del fondo marino como cambios en el gradiente de la pendiente, la presencia de altos batimétricos y la presencia de rasgos morfológicos del área de estudio, que condicionarían la circulación de las corrientes de fondo. Los montes submarinos constituyen una barrera discontinua ante la circulación de las masas de agua mediterráneas y generan una serie de pasajes entre ellos donde estas masas se aceleran. La diferente distribución de los tipos morfológicos deposicionales y de los erosivos responde al diferente comportamiento de las masas de agua en torno a estos relieves.

Las crestas contorníticas monticulares separadas localizadas a ambos lados de la base de los montes se generan donde la corriente se divide debido a la obstrucción del flujo por estos relieves positivos (Fig. 9). En el monte Avempace, la corriente profunda fluye hacia el oeste y genera las fosas que se excavan en la base de los flancos norte y sur del monte, aunque también se observa una ligera erosión

en el flanco este de dicho monte. En torno al alto morfológico sin nombre situado en el sector noreste del área de estudio, el proceso de formación del complejo *drift-fosa* es muy similar, así, en el sentido de la corriente pero a la sombra del monte, se generan pequeños *eddies* o remolinos que incrementan la turbulencia. Estos remolinos generan las depresiones circulares que se pueden observar en el lado oeste del monte La Herradura y del espolón de La Herradura. El espolón de La Herradura, que también actúa como un obstáculo, produce una desviación de la corriente que se pone de manifiesto por la presencia y la forma de la fosa asociada. Las crestas contorníticas adosadas ocupan la parte occidental de los montes Avempace y La Herradura con respecto al frente de la interacción del flujo con el monte, distribuidos a modo de cuñas sedimentarias. Estos tipos de *drift* contorníticos se encuentran normalmente en las zonas de sombra de los montes (p.e. DAVIES & LAUGHTON 1972; MASSON et al. 2003; HERNÁNDEZ-MOLINA et al. 2006). Las crestas contorníticas confinadas se sitúan entre montes lo suficientemente próximos.

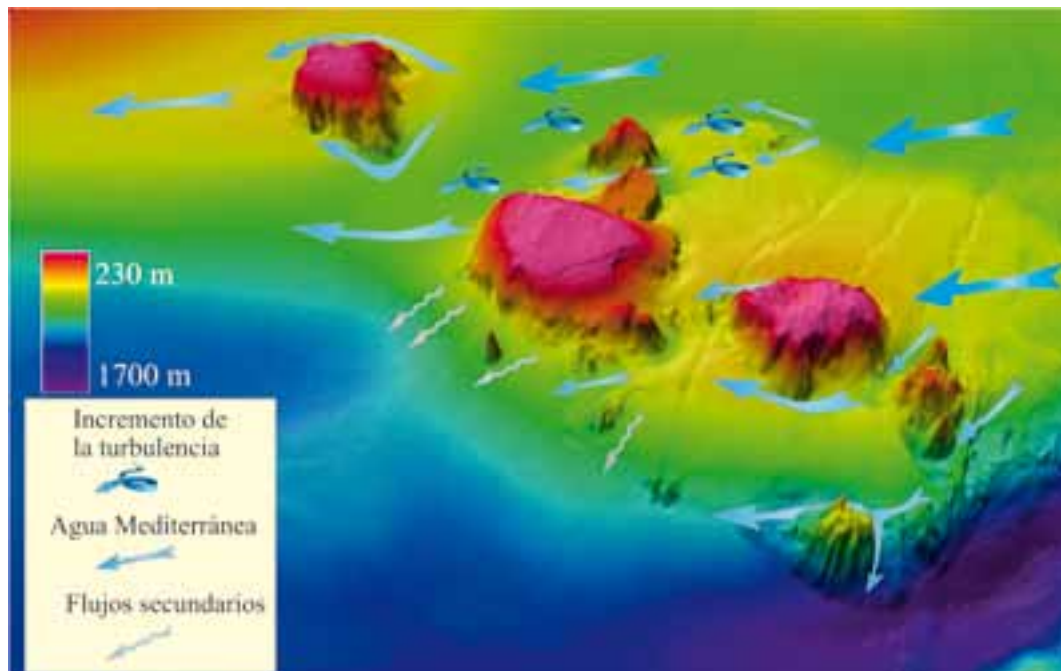


Figura 9. Mapa batimétrico 3D que resume las principales trayectorias que sigue la masa de agua mediterránea en la zona de los bancos de Djibouti.

La localización de los montes La Herradura y Villa de Djibouti con respecto a los otros montes y a los altos morfológicos situados al sureste, han favorecido el desarrollo de estos *drift* contorníticos confinados asociados a las fosas. La masa de agua profunda que atraviesa el corredor morfológico existente entre el monte submarino Villa de Djibouti y los altos morfológicos del sureste y sur, se acelera al pasar por lo altos y provoca la erosión en la base de los mismos generando las fosas. La sedimentación ocurre en el extremo opuesto al frente erosivo de la corriente donde la velocidad es baja y favorece la formación de la cresta cerca del área fuente erosionada. Un segundo mecanismo donde se produce una disminución de la velocidad sería a sotavento de los altos morfológicos. Como resultado de este proceso, se forman *drifts* contorníticos del tipo confinado con formas monticuladas y distribuidos como parches entre los altos estructurales. El mismo proceso tendría lugar entre el monte La Herradura y otros dos situados respectivamente al sureste y al sur. Por último, los *drift* contorníticos laminares ocupan el sector central de la plataforma marginal de Motril entre los montes submarinos y el talud medio, generándose donde el efecto de las masas de agua no interfieren significativamente

con otro proceso y donde el relieve es más aplacerado.

Las formas erosivas cartografiadas pueden ser un buen indicador de la intensidad de la corriente de fondo asociada a las masas de agua así como de las variaciones de la dirección de su flujo, tal y como ha sido propuesto en diversos ambientes fisiográficos sometidos a la acción de corrientes de fondo, como en el entorno de los montes submarinos del *Rockall Trough* (ROBERTS et al. 1974) o en el margen septentrional de Nueva Zelanda (MCCAVE & CARTER 1997). Cuando las corrientes de fondo asociadas a las masas de agua mediterráneas alcanzan los montes Avempace, La Herradura, el espolón de La Herradura y Villa de Djibouti, se dividen en ramas que fluyen a ambos lados alrededor de estos obstáculos (Fig. 9), produciendo un efecto sobre los *drifts* contorníticos similar al descrito por KENNETT (1982) y HERNÁNDEZ-MOLINA et al. (2006). Los principales rasgos erosivos son las fosas contorníticas que se forman hacia los laterales de la base del flanco que está expuesto de forma más directa a la acción de la corriente de fondo, aumentando su incisión según ésta se ve forzada a rodear los flancos adyacentes. Las fosas que se forman en su base representan la dirección de máxima velocidad

de las corrientes que se intensifican hasta ser capaces de erosionar los sedimentos. Las fosas presentan además un desarrollo asimétrico, es decir, están mejor desarrolladas en el flanco sur que en el norte, lo que se ha interpretado como la existencia de un flujo más fuerte hacia el oeste sobre el flanco sur del monte (PALOMINO et al. 2011). De acuerdo con HERNÁNDEZ-MOLINA et al. (2006), las marcas de corriente están asociadas a fenómenos de vorticidad que acontecen cuando un flujo de agua profunda fluye alrededor de un monte submarino. Las marcas de corriente observadas se pueden considerar como formas iniciales en el origen de las fosas contorníticas que se producen por la coalescencia de varias depresiones erosivas.

La cima de los montes presenta una morfología diferente y está influenciada principalmente por la masa de agua Mediterránea Intermedia menos salina y, posiblemente, con la interfase de ésta con la masa de agua Atlántica suprayacente, en episodios de bajo nivel del mar, que en el caso de los montes más someros han debido condicionar la forma prácticamente plana y aterrazada de sus cimas. La formación de terrazas puede estar relacionada con cambios en la estructura y posición de las masas de agua asociadas con cambios climáticos y fluctuaciones del nivel del mar. La cima de los montes puede haber sido erosionada tanto por el flujo de agua Atlántica como por el de agua Mediterránea Intermedia, dependiendo de la profundidad de la interfase en un determinado momento, mientras que los tipos morfológicos en la plataforma marginal de Motril podrían estar relacionados con la interacción de la topografía tanto con el agua Mediterránea Intermedia como con el agua Mediterránea Profunda. CACHO et al. (2000) propusieron una profundidad variable para la estructura de las masas de agua en el Mar de Alborán como respuesta a una reducción del espesor de la masa de agua Mediterránea Profunda durante los periodos cálidos interestadiales, que podría haber favorecido una circulación más profunda del agua Mediterránea Intermedia y que, por tanto, podría ser responsable de gran parte de los tipos morfológicos de origen sedimentario que se observan hoy en día en la superficie del fondo marino y que en la actualidad se encuentran sometidos a la interacción con una capa de pequeño espesor del agua Mediterránea Profunda.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUZENDE JM, REHAULT JP, PASTOURET L, SZEPE B & OLIVET JL. 1975. Les bassins sédimentaires de la Mer d'Alboran. *Bull Soc Géol France* 7 (XVII): 98-107.
- BALLESTEROS M, RIVERA J, MUÑOZ A, MUÑOZ-MARTÍ A, ACOSTA J, CARBÓ A & UCHUPI A. 2008. Alboran Basin, southern Spain – part II: neogene tectonic implications for the orogenic float model. *Mar Petrol Geol* 25: 75-101.
- CACHO I, GRIMALT JO, SIERRA FJ, SHACKLETON N & CANALS M. 2000. Evidence for enhanced Mediterranean thermohaline circulation during rapid climatic coolings. *Earth Planet Sci Lett* 183: 417-429.
- COMAS MC, PLATT JP, SOTO JI & WATTS AB. 1999. The origin and tectonic history of the Alboran basin: insights from Leg 161 results. In: Zahn R, Comas M & Klaus A (eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, vol 161: 555-580.
- DAVIES TA & LAUGHTON AS. 1972. Sedimentary processes in the North Atlantic. In: Laughton AS, Berggren WA (eds.), *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project*, vol 12. US Government Printing Office, Washington, pp 905-934.
- DEWEY JF, HELMAN ML, TURCO E, HUTTON DHW & KNOTT SD. 1989. Kinematics of the Western Mediterranean. In: Coward MP, Dietrich D, Park RG (eds.), *Alpine tectonics. Geol Soc Lond Spec Publ* 45: 265-283.
- DUGGEN S, HOERNL K, VAN DEN BOGAAR P & HARRIS C. 2004. Magmatic evolution of the Alboran region: The role of subduction in forming the western Mediterranean and causing the Messinian Salinity Crisis. *Earth and Planetary Science Letters* 218(1-2): 91-108.
- ERCILLA G, CASAS D, VÁZQUEZ JT, IGLESIAS J, SOMOZA L, JUAN C, MEDIALDEA T, LEÓN R, ESTRADA F, GARCÍA GIL S, FARRAN M, BOHOYO F, GARCÍA M, MAESTRO A, ERGAP Project and Cruise Teams. 2011. Imaging the recent sediment dynamics of the Galicia Bank region (Atlantic, NW Iberian Peninsula). *Marine Geophysical Research* 32 (1-2): 99-126.

- ERCILLA G, JUAN C, HERNÁNDEZ-MOLINA FJ, BRUNO M, ESTRADA F, ALONSO B, CASAS D, FARRAN M, LLAVE E, GARCÍA M, VÁZQUEZ JT, D'ACREMONT E, GORINI C, PALOMINO D, VALENCIA J, EL MOUMNI B & AMMAR A. 2016. Significance of bottom currents in deep-sea morphodynamics: an example from the Alboran Sea. *Mar Geol* 378: 157-170.
- FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ F, SOTO JI, ZOBACK MD, & MORALES J. 2007. Present day stress field in the Gibraltar Arc (western Mediterranean). *Journal of Geophysical Research* 112: B08404.
- GARCÍA-DUEÑAS V, BALANYÁ JC & MARTÍNEZ-MARTÍNEZ JM. 1992. Miocene Extensional Detachments in the Outcropping Basement of the Northern Alboran Basin (Betics) and their Tectonic Implications. *Geo Mar Lett* (12): 88-95.
- GENIN A. 2004. Bio-physical coupling in the formation of zooplankton and fish aggregations over abrupt topographies. *J Mar Syst* 50 (1/2): 3-20.
- GILL RCO, APARICIO A, EL AZZOUZI M, HERNANDEZ J, THIRLWALL MF, BOURGOIS J, & MARRINER GF. 2004. Depleted arc volcanism in the Alboran Sea and shoshonitic volcanism in Morocco: Geochemical and isotopic constraints on Neogene tectonic processes. *Lithos* 78 (4): 363-388.
- HERNÁNDEZ-MOLINA FJ, LARTER RD, REBESCO M & MALDONADO A. 2006. Miocene reversal of bottom water flow along the Pacific margin of the Antarctic Peninsula: stratigraphic evidence from a contourite sedimentary tail. *Mar Geol* 228: 93-116.
- HOWE JA, STOKER MS, MASSON DG, PUDSEY CJ, MORRIS P, LARTER RD & BULAT J. 2006. Seabed morphology and the bottom-current Geo-Mar Lett pathways around Rosemary Bank seamount, northern Rockall Trough, North Atlantic. *Mar Petrol Geol* 23: 165-181.
- KENNETT JP. 1982. *Marine geology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 913 pp.
- MALDONADO A, CAMPILLO AC, MAUFFRET A, ALONSO B, WOODSIDE J & CAMPOS J. 1992. Alboran Sea late Cenozoic tectonic and stratigraphic evolution. *Geo Mar Lett* 12(2/3): 179-186.
- MARTÍNEZ-GARCÍA P, SOTO JI & COMAS M. 2011. Recent structures in the Alboran Ridge and Yusuf fault zones based on swath bathymetry and sub-bottom profiling: evidence of active tectonics. *Geo Mar Lett* 31(1): 19-36.
- MASSON DG, BETT BJ, BILLET DSM, JACOBS CL, WHEELER AJ & WYNN RB. 2003. The origin of deep-water, coral-topped mounds in the northern Rockall Trough, Northeast Atlantic. *Mar Geol* 194: 159-180.
- MCCAVE IN & CARTER L. 1997. Recent sedimentation beneath the deep Western Boundary current off northern New Zealand. *Deep Sea Res* 44: 1203-1237.
- MCCCLUSKY S, REILINGER R, MAHMOUD S, BEN SARI D & TEALEB A. 2003. GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions. *Geophys J Int* 155: 126-138.
- MILLOT C. 2009. Another description of the Mediterranean Sea outflow. *Prog Oceanogr* 82: 101-124.
- NOCQUET JM. 2012. Present-day kinematics of the Mediterranean: A comprehensive overview of GPS results. *Tectonophysics* 579: 220-242.
- OLIVET JL, PAUTOT P & AUZENDE JM. 1973. Structural framework of selected regions of the Western Mediterranean: Alboran Sea. In: Ryan WBF, Hsu KL, Al E (eds.), *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project*. US Government Printing Office, Washington, pp. 1417-1430.
- OWENS WB & HOGG NG. 1980. Oceanic observations of stratified Taylor columns near a bump. *Deep Sea Res A* 27: 1029-1045.
- PALOMINO D. 2016. *Geomorfología de montes submarinos y su relación con los procesos geológicos recientes en márgenes continentales al sur de España*. PhD Thesis, Universidad de Cádiz, Cádiz.
- PALOMINO D, ALONSO B, LO IACONO C, CASAS D, D'ACREMONT E, ERCILLA G, GORINI C & VÁZQUEZ JT. 2015. Seamount and Seamount-like Structures of the Alboran Sea. In: Würtz M & Rovere M (eds.), *Atlas of the Mediterranean Seamount and Seamount-like Structures*. Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN. 276 pp.

- PALOMINO D, DÍAZ DEL RÍO V, VÁZQUEZ JT, FERNÁNDEZ SALAS LM & LÓPEZ-GONZÁLEZ N. 2009. Fenómenos de inestabilidad en el banco de Djibouti: deslizamientos submarinos. In: Troncoso JS, Alejo I, López J (eds.), *Resúmenes II Simp Int Ciencias del Mar*, 27-30 April 2009, Vigo, pp 280-281.
- PALOMINO D, VÁZQUEZ JT, ERCILLA G, ALONSO B & LÓPEZ-GONZÁLEZ N. 2011. Interaction between seabed morphology and water masses around the seamounts on the Motril Marginal Plateau (Alboran Sea, Western Mediterranean). *Geo-Mar Lett* 31: 465-479.
- PARRILLA G, KINDER TH & PRELLER RH. 1986. Deep and intermediate Mediterranean water in the western Alboran Sea. *Deep Sea Res* 33(1): 55-86.
- PLATT JP. 2007. From orogenic hinterlands to Mediterranean-style back-arc basins: a comparative analysis. *J Geol Soc Lond* 164: 297-311.
- PLATT JP & VISSERS RLM. 1989. Extensional collapse of thickened continental lithosphere: a working hypothesis for the Alboran Sea and Gibraltar arc. *Geology* 17: 540-543.
- REBESCO M. 2005. Contourites. In: Selley RC, Cocks LRM, Plimer IR (eds.) *Encyclopedia of geology*. Elsevier, Oxford, pp 513-527.
- ROBERTS DG, HOGG NG, BISHOP DG, & FLEWELLEN CG. 1974. Sediment distribution around moated seamounts in the Rockall Trough. *Deep Sea Res* 21: 175-184.
- ROGERS AD. 1994. The biology of seamounts. *Adv Mar Biol* 30: 305-340.
- STAUDIGEL H, KOPPERS AAP, LAVELLE JW, PITCHER TJ & SHANK TM. 2010. Box 1: defining the word "seamount". *Oceanography* 23(1):20-21.
- TORNÉ M, FERNÁNDEZ M, COMAS MC & SOTO JI. 2000. Lithospheric structure beneath the Alboran Basin: Results, from 3D Gravity Modeling and Tectonic Relevance. *Journal of Geophysical Research* 105(B2): 3209-3228.
- VÁZQUEZ JT. 2001. *Estructura del margen septentrional del mar de Alboran*. PhD Thesis, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- VÁZQUEZ JT, ALONSO B, FERNÁNDEZ-PUGA MC, GÓMEZ-BALLESTEROS M, IGLESIAS J, PALOMINO D, ROQUE C, ERCILLA G & DÍAZ DEL RÍO V. 2015. Seamounts along the Iberian Continental Margins. En: *Procesos Geológicos en el Margen Continental Ibérico: nuevos avances y tendencias*. *Boletín Geológico y Minero*, 126 (2-3):483-514.
- VÁZQUEZ JT, ESTRADA F, VEGAS R, ERCILLA G, D'ACREMONT E, FERNÁNDEZ-SALAS LM, ALONSO B, FERNÁNDEZ-PUGA MC, GÓMEZ-BALLESTEROS M, GORINI CH, BÁRCENAS P & PALOMINO D. 2014. Quaternary tectonics influence on the Adra continental slope morphology (Northern Alboran Sea). In: Álvarez-Gómez, J.A. & Martín-González, F. (eds.), *Una aproximación multidisciplinar al estudio de las fallas activas, los terremotos y el riesgo sísmico*, pp. 89-92.
- VÁZQUEZ JT, VEGAS R & MEDIALDEA T. 2008. Estructuras recientes de deformación en el margen continental del mar de Alborán (Sector Benalmádena-Adra). *Geo-Temas* 10: 595-598.
- VEGAS R, MEDIALDEA T & VÁZQUEZ JT. 2008. Sobre la naturaleza del límite de placas actual entre la Península Ibérica y el norte de África. *Geo-Temas* 10: 1535-1538.
- WESSEL P, SANDWELL DT & KIM SS. 2010. The Global Seamount Census. *Oceanography* 23(1): 24-33.



## CONSIDERACIONES A PROPOSITO DEL POZO DEL DOLMEN DE MENGA, ANTEQUERA

Luis Linares Girela

Numerario de la Academia Malagueña de Ciencias

### INTRODUCCIÓN

La inclusión del Sitio de los Dólmenes de Antequera en la Lista Representativa del Patrimonio Mundial de la UNESCO, el pasado 15 de julio de 2016, se basó en las numerosas singularidades de este lugar arqueológico. Particularmente, se tuvo en cuenta su situación, características constructivas, dimensiones, estado de conservación, orientación de los edificios, relación visual con elementos característicos del entorno (Peña de los Enamorados y Torcal), etc. También se ha mencionado, aunque sin atribuirle la importancia que en mi opinión merece, la existencia de un pozo de agua subterránea en el interior del dolmen de Menga, que en la propia *guía oficial* del conjunto arqueológico es calificado como *un elemento extraño de la arquitectura megalítica* (MÁRQUEZ y FERNÁNDEZ 2009) y del que, hasta el momento, no se ha aclarado su naturaleza, cronología y función (MORENO 2014). Está situado al fondo de la cámara megalítica, inmediatamente detrás del último de los pilares que ocupan la parte central de la misma (Fig. 1).

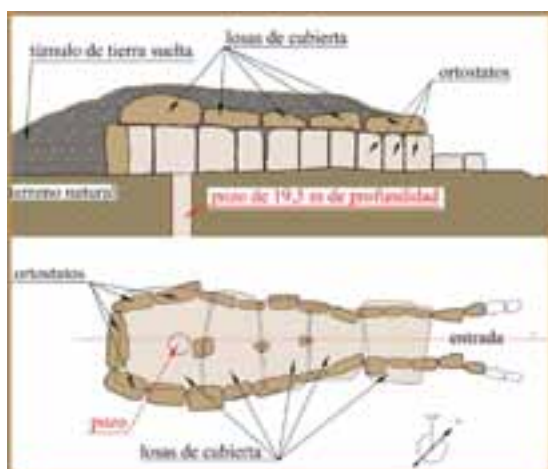


Figura 1. Dolmen de Menga: croquis y situación del pozo (PELLÓN 2013).

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS

RAFAEL MITJANA (1847) considera el megalito de Menga como un templo druida de la civilización celta y menciona por primera vez el pozo excavado en su interior, aunque de manera poco precisa: *Se ha hecho una excavación en el centro de la cueva bajo de la gran piedra, sitio donde se creía encontrar restos de cadáveres, urnas, etc., profundizando de 20 á 26 pies, y nada se ha encontrado* (Fig. 2).



Figura 2. Portada del libro de Mitjana sobre el dolmen de Menga.

Unos años más tarde, la viajera romántica LOUISA TENISON (1853) hace una descripción más concreta del recinto. Refiere la exploración y excavación realizadas por Mitjana y precisa las dimensiones del pozo: *cinco pies de ancho y cuarenta y tres de profundidad*, mencionando la

presencia de *tierra suelta y una pendiente en la entrada* y advirtiendo que *un visitante imprudente podría difícilmente escapar de una caída dentro de él*.

El pozo fue posteriormente colmatado de vertidos y escombros de diversa naturaleza, permaneciendo oculto e ignorado en las publicaciones posteriores hasta que, en los trabajos de reconocimiento y exploración llevados a cabo en 2005 (Fig. 3), se extrajo todo el material que lo rellenaba y se pudo comprobar que su profundidad original era de 19,5 m y que alcanzaba la superficie freática a los 17,5 m (MARTÍN 2006) (Fig. 4).



Figura 3. El pozo de Menga durante la excavación de 2005. Panel en el Centro de Interpretación de los Dólmenes.

A raíz de estas exploraciones, se especuló sobre el motivo por el que se había perforado esta obra en el interior del dolmen, llegándose incluso a insinuar la posibilidad de que éste hubiese sido construido sobre un pozo previamente perforado, teoría no descartable. Tampoco debe desecharse la posibilidad de que la perforación del pozo no se realizase en

el periodo prehistórico en que fue construido el megalito, sino que pudo haberse llevado a cabo posteriormente por alguna de las civilizaciones que, a lo largo de más de 5.000 años, han ocupado este singular emplazamiento de las tierras de Antequera.



Figura 4. Noticia en el diario SUR (2-1-2006).

Una vez “redescubierto” y acondicionado el pozo (Fig. 5), han sido numerosas las referencias a él y variadas las opiniones sobre su origen y función. No ha faltado incluso alguna teoría extravagante y carente del más mínimo rigor científico que hace mención a la presencia y localización de *corrientes y ríos subterráneos* que se cruzan bajo el megalito y a la posibilidad de que el pozo fuese realizado para favorecer la llegada de gases del subsuelo al interior del mismo (PELLÓN 2013).

#### **ALGUNOS EJEMPLOS DE POZOS RITUALES, SAGRADOS O FUNERARIOS**

Por medio de esta nota se pretender recordar que la vinculación de los lugares de rituales y cultos religiosos y/o funerarios con las manifestaciones del agua subterránea es una constante histórica (LINARES 2013). Mediante algunos ejemplos, se trata de documentar el hecho de que gran parte de las culturas

y religiones han atribuido a estas aguas un alto valor mágico, simbólico o sagrado y han levantado edificios religiosos junto a los manantiales –o incluso sobre ellos– y han realizado captaciones de las referidas aguas en su inmediata proximidad o en el interior de los mismos.



Figura 5. Dispositivo de protección del pozo de Menga en la actualidad.

Quizá proceda mencionar en primer lugar, por razones de proximidad cronológica con la época de construcción del dolmen de Menga, dos emplazamientos relacionados con las más importantes construcciones del antiguo Egipto. El primero de ellos es el denominado *Pozo de Osiris* (situado en la meseta de Giza, entre la Gran Pirámide y el Templo de la Esfinge) que alcanza una profundidad de 35 m. En su interior existen varias estancias a distintos niveles, la más profunda de las cuales está permanentemente inundada por el agua subterránea y su parte central ocupada por un sarcófago con restos de cuatro pilares rodeados por un muro (HAWASS 2007). En otro lugar de Egipto, a unos 500 km al sur de El Cairo y cerca de la ciudad de Tebas, se encuentra el *Templo de Osiris* cuya excavación permitió descubrir que

está construido unos 8 metros por debajo de los cimientos de un templo próximo, dedicado a Sethi I, con el que está comunicado mediante un pasadizo subterráneo (SORIA TRASTOY); no se puede acceder a sus estancias más bajas por encontrarse permanentemente inundadas bajo el nivel freático, pero sí se puede observar que inmediatamente encima del mismo existe un monumental sarcófago permanente rodeado por el agua subterránea. No es muy arriesgado pensar que, tanto en un caso como en otro, la localización de los sarcófagos a esa precisa profundidad y próximos a la superficie freática no debió ser casual.

En la cultura romana son conocidas las ninfas (diosas del agua) a las que se hacían ofrendas y se rendía culto en los ninfeos, generalmente construidos junto a manantiales. Aunque con menor frecuencia, también se perforaban pozos hasta alcanzar el agua subterránea con una finalidad inequívocamente ritual en el recinto de algunos templos. Un ejemplo en nuestro país es el que se encuentra en el foro de la ciudad romana de Juliobriga, descubierta y excavada en la localidad cántabra de Retortillo (CEPEDA et al. 2009).

En el núcleo urbano de Valera de Arriba, integrado en el municipio de Las Valeras (Cuenca), se encuentra la iglesia de la Virgen de La Sey que se empezó a construir en el siglo XIII, con importantes modificaciones en el XVI y el XVII, y es considerada como el mayor templo románico de la provincia. Parece bien documentado que la iglesia se levantó sobre un anterior espacio sagrado dedicado a una divinidad indígena relacionada con el agua (el dios *Airón*) y que posteriormente fue también un templo romano. Existe la teoría de que el lugar coincide con el emplazamiento de lo que debió ser un barrio periférico de la ciudad romana de Valeria, situada en la inmediata proximidad del actual núcleo urbano, desde donde aquella se abastecía de agua (DURÁN y MUÑOZ 2005). En la nave norte del interior de la Iglesia de La Sey se conserva en la actualidad el pozo –denominado popularmente *Pozo Airón*– que probablemente fue el motivo de los cultos y del cual aún puede extraerse agua.

El centro religioso más representativo de la cultura árabe es la gran mezquita de La Meca, en cuyo patio central se encuentra el monumento de La Kaaba, alrededor del

cual se realiza el ritual de circunvalación de los peregrinos. Otro de los rituales de la peregrinación consiste en beber y hacer abluciones con el agua sagrada del denominado *Pozo Zam-Zam*, de 36 m de profundidad, situado a unos 20 m de La Kaaba (SAUDI GEOLOGICAL SURVEY 2010). Unas mil personas se encargan de gestionar el reparto y la venta de envases con el agua que se extrae del pozo, que dispone de más de 900 grifos para su distribución. Parece que la existencia de este pozo sagrado condicionó la localización de este lugar de peregrinación y que los rituales religiosos relacionados con él son anteriores al Islam.

Bajo el coro de la catedral de Palencia existe una cripta de origen visigodo relacionada con una iglesia del s. VII que, al parecer, fue construida para albergar las reliquias de S. Antolín (mártir de origen galofrancés, patrón de la ciudad). En el siglo XI fue ampliada mediante una nave que ha sido considerada como la primera construcción románica de la Península y sobre ella se levantó posteriormente la catedral. En el interior de la cripta existe un pozo que permite alcanzar el nivel freático, al cual acuden multitud de palentinos cada 2 de septiembre –día de S. Antolín– a beber su agua que es considerada de cualidades milagrosas.

La iglesia de San Cebrián de Mazote (Valladolid) es el más grande de los templos mozárabes que se conservan en España y uno de los monumentos prerrománicos más importantes de nuestro país. En su interior y a los pies de la nave central existió un pozo que lamentablemente fue cegado y eliminado después de la excavación y restauración de la iglesia, llevadas a cabo en la primera mitad del pasado siglo. Por fortuna, diversos documentos escritos (GÓMEZ MORENO 1919) y fotográficos (DÍAZ 2010) dan fe de su existencia e indican que se trataba de un *antiguo pozo sobre el que se pasaba a los niños herniados la noche de S. Juan para curarles de su dolencia*.

La reciente demolición de unos viejos edificios del casco antiguo de la localidad jienense de Úbeda y la posterior investigación del recinto permitió descubrir que se trataba de una sinagoga (*La Sinagoga del Agua*), que fue restaurada y abierta al turismo en 2010. La limpieza y saneamiento de sus estancias más bajas puso al descubierto una estructura

escalonada excavada en la roca, por medio de la cual se accede a un foso permanentemente inundado por el agua subterránea, que ha sido interpretado como un baño dedicado a rituales judíos de inmersión. El foso está excavado en el acuífero de la Loma, del que extraen agua numerosos pozos del casco urbano de la ciudad.

Es conocida desde antiguo la existencia de varios pozos de agua abiertos en el interior de la catedral románico-gótica de Ávila que fueron explorados y documentados hace unos años. Su presencia ha dado lugar a leyendas y a la creencia popular de que la catedral había sido construida “sobre una laguna” (RTV DE CASTILLA Y LEÓN 2010; MARTÍN GIL 2010).

En la ciudad de Córdoba, en el popular barrio de la Fuensanta y a las puertas del Santuario del mismo nombre, existe un templete o humilladero gótico, denominado *el Pocito*, del que se ha escrito que es el *recinto que más leyendas y devociones populares ha congregado en menos sitio desde el siglo XV en Córdoba* (NIZA 2012). Fue levantado para proteger un pozo a cuyas aguas se les atribuye la curación milagrosa de unas mujeres y junto al cual la tradición dice que se encontró la imagen de la Virgen que se veneró en el Santuario. En la actualidad es costumbre extraer agua del mismo y distribuirla para su utilización en bendiciones.

## CONCLUSIONES

Los ejemplos descritos son algunos de los numerosos casos de pozos de agua relacionados con lugares sagrados o dedicados a rituales funerarios en diversas culturas y épocas históricas (egipcia, romana, árabe, visigoda, mozárabe, judía, cristiana, etc.). No debe sorprender, por tanto, la presencia de una perforación de estas características en el interior del dolmen de Menga, que muy probablemente pudo ser en su origen un pozo de carácter sagrado, ritual o funerario relacionado con el agua subterránea, elemento del medio natural que, por otra parte, ha estado íntimamente ligado a todas las civilizaciones que han ocupado estas tierras de Antequera a lo largo de la historia. La existencia de este pozo quizá debería añadirse a las demás singularidades del Sitio de los Dólmenes de Antequera en su consideración como Patrimonio Mundial de la UNESCO (Fig. 6).

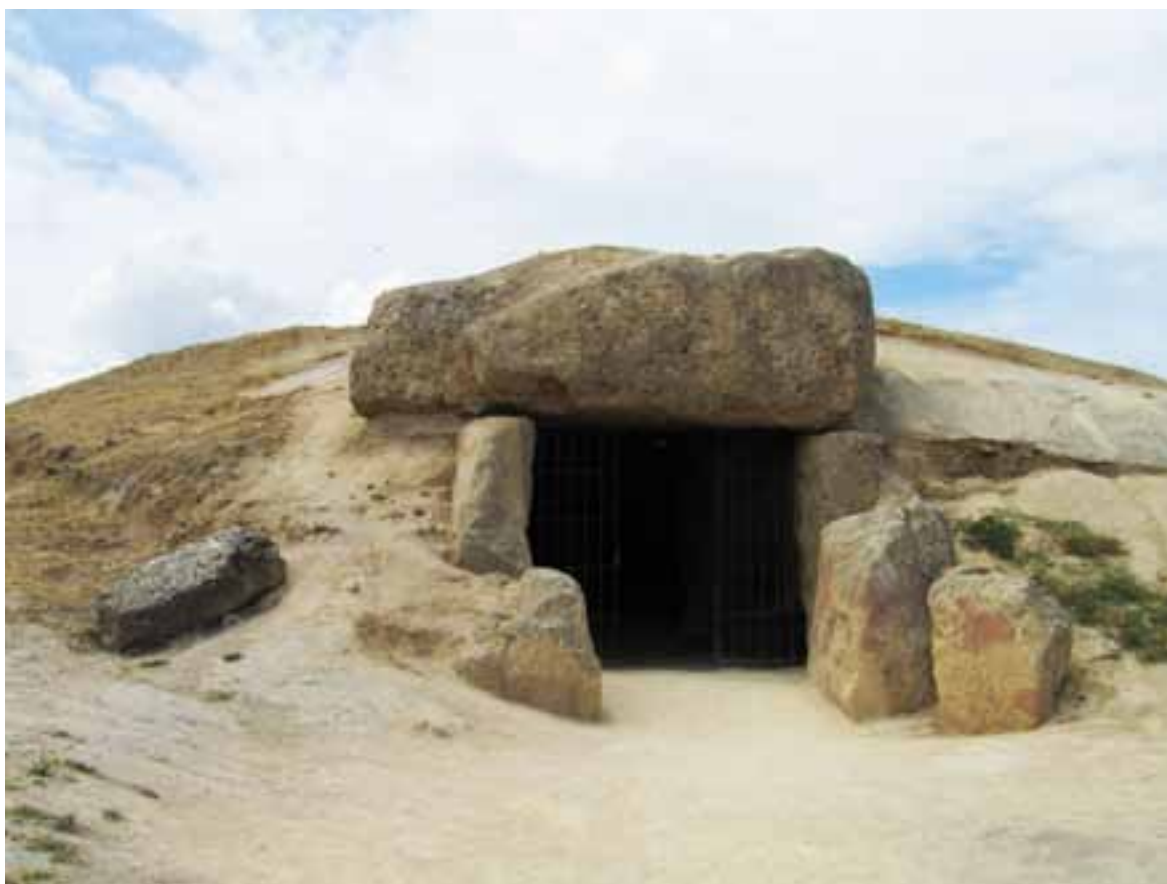


Figura 6. Panorámica actual del dolmen de Menga.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPEDA J. J., IGLESIAS J. M. Y RUIZ A. 2009. El foro romano de *Iuliobriga* (Cantabria): nuevas investigaciones arqueológicas. *Archivo Español de Arqueología* 82: 97-114.
- DÍAZ J. 2010. *Álbum de Valladolid*. Ed. Castilla Tradicional, Valladolid, 97 pp.
- DURÁN MAÑAS M. Y MUÑOZ GALLARTE I. 2005. La Valeria Romana. *Revista de Arqueología* 290: 40-49.
- GÓMEZ MORENO M. 1919. *Iglesias mozárabes. Arte español de los siglos IX a XI*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 407 pp.
- HAWAS Z. A. 2007. The discovery of the Osiris Shaft at Giza. In Hawass Z.A. & Richard J (eds.), *The Archaeology and Art of Ancient Egypt. Annales du Service des Antiquités de l'Égypte* 36 (1): 379-397.
- LINARES GIRELA L. 2013. *Agua y Románico. Manantiales y fuentes en el Románico español*. Academia Malagueña de Ciencias, Málaga, 96 pp.
- MÁRQUEZ ROMERO J. E. Y FERNÁNDEZ RUIZ J. 2009. *Dólmenes de Antequera. Guía oficial del conjunto arqueológico*. Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, 212 p.
- MARTÍN C. 2006. *Localizan agua en el pozo hallado en el interior del dolmen de Menga*. Artículo en el Diario Sur de Málaga (2-1-2006). <http://www.diariosur.es/pg060102/prensa/noticias/Portada/200601/02/SUR-POR-196.html>
- MARTÍN GIL M. 2010. *Diario de Ávila saca a la luz la existencia de una fuente en la calle San Segundo*. Artículo periodístico en el Diario de Ávila (28-12-2010). <http://www.diariodeavila.es/noticia.cfm/Local/20101218/diario/avila/saca/luz/existencia/fuente/calle/san/segundo/8EE7F0CC-EEC9-837F-D95DFA84792BA88B>

MITJANA R. 1847. *Memoria sobre el templo druida hallado en las cercanías de la ciudad de Antequera*. Imp. José Martínez Aguilar, Málaga, 24 pp.

MORENO J. L. 2014. *Málaga prehistórica: el dolmen de Menga*. <http://www.hablandodeciencia.com/articulos/2014/05/26/malaga-prehistorica-el-dolmen-de-menga/>

NIZA J. M. 2012. *Córdoba recupera el histórico hito del "pocito" de la Fuensanta*. Artículo en el diario Córdoba (18-3-2012). [http://www.diariocordoba.com/noticias/cordobalocal/cordoba-recupera-historico-hito-pocito-fuensanta\\_703314.html](http://www.diariocordoba.com/noticias/cordobalocal/cordoba-recupera-historico-hito-pocito-fuensanta_703314.html)

PELLÓN RIVERO C. 2013. *El dolmen de Menga. Una estructura excepcional*. [http://terraeantiquae.com/profiles/blogs/el-dolmen-de-menga-una-estructura-excepcional#.V4tty\\_mLTIV](http://terraeantiquae.com/profiles/blogs/el-dolmen-de-menga-una-estructura-excepcional#.V4tty_mLTIV)

RTV DE CASTILLA Y LEÓN. 2010. *Una historia de amor oculta en un pasadizo bajo la Catedral de Ávila*. Noticia y videos emitidos el 29-11-2010. <http://www.rtvcy1.es/Noticia/4FF611B0-EDA3-72BF-C7C20FC2E9997887/historia/amor/oculta/pasadizo/catedral/avila>

SAUDI GEOLOGICAL SURVEY. 2010. *Zamzam Studies and Research Centre*. <http://www.sgs.org.sa/english/earth/pages/zamzam.aspx>

SORIA TRASTOY T. *Templo de Seti I en Abidos*. <http://www.egiptomania.com/arte/templos/temploseti.htm>

TENISON L. 1853. *Castile and Andalusia*. Richard Bentley, London, 488 pp.

# COOPERACIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL PARA LA GESTIÓN PESQUERA DEL MAR MEDITERRÁNEO: UN SIGLO DEL CENTRO OCEANOGRÁFICO DE MÁLAGA (IEO)

Juan Antonio Camiñas  
Numerario de la Academia Malagueña de Ciencias

## INTRODUCCIÓN

La cooperación internacional en las diversas disciplinas científicas que afectan a la gestión pesquera incluye la Biología, Ecología, Estadística, Historia, Economía, Sociología y otras. En este documento nos vamos a referir preferentemente a la cooperación científica en los campos de la Biología y Ecología pesqueras, la Estadística y la formación para la gestión científica de los recursos pesqueros en el Mediterráneo occidental y central.

La gestión de los recursos pesqueros es una tarea compleja que implica diversos actores que de inicio se encuentran en diferentes planos de interés, pero que deben acomodar sus posiciones para que los resultados de la gestión sean favorables a la conservación de los recursos explotados para generaciones futuras. La gestión de los recursos se encuadra en lo que ha venido a denominarse Enfoque de Ecosistema para la Gestión Pesquera o Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP) que se caracteriza por un enfoque plural del sistema pesquero, incluyendo el ecosistema y las especies explotadas, los usuarios del mar, los recursos, la ciencia y el sistema de gobernanza.

El seguimiento del estado de los recursos pesqueros es una actividad que científicos españoles realizan desde siglos atrás, dada la importancia de la pesca en aguas propias y de otros países para la economía española. Sirva de referente, sin entrar en detalles históricos, el Diccionario de los Artes de Pesca que publicó Antonio Sañez Reguart en 1791. Con anterioridad y posterioridad al Diccionario, hubo especialistas que se ocuparon de la pesca pero conviene aclarar que en este artículo no vamos a dedicar espacio sino a las actividades realizadas desde el Laboratorio y Centro

Oceanográfico de Málaga, sin que por ello no reconozcamos el trabajo de otros centros e instituciones ni la calidad del material e información existente sobre la investigación pesquera y la cooperación internacional en otras fuentes.

El Laboratorio Oceanográfico de Málaga, después Centro Oceanográfico desde 1983 en que se inaugura el de Málaga-Fuengirola (BANDERA 1997), es una institución centenaria en la ciudad. Creado en 1911, aunque inaugurado en 1913, tras el nombramiento de Rafael de Buen como conservador de la Estación sucursal en Málaga del Laboratorio Biológico Marino de Baleares (Gaceta de Madrid, 6 de marzo de 1923, PÉREZ DE RUBÍN 2012), tiene su origen en la conferencia *La Oceanografía*, que impartiera en Málaga en 1911 el eminente oceanógrafo, director del Laboratorio de Baleares y posteriormente fundador del IEO, Odón de Buen, según recoge el Boletín de la Sociedad Malagueña de Ciencias (1916) en el apartado "Conferencias". Odón de Buen era ya Socio Honorario de esta Institución, desde el 1 de diciembre de 1910, según el mismo Boletín (pág. 11) pues era, no solo un notable científico y catedrático de la Universidad de Barcelona primero y desde 1911 de la de Madrid, sino un convencido propagandista de la ciencia marina y de la necesidad de que se instalasen laboratorios de biología marina en España, porque harían progresar la ciencia y darían "grandes servicios" a los pueblos. Fue ese espíritu (ideal masónico y republicano que menciona CALVO ROY, 2013) de agitador de la ciencia para mejorar el desarrollo de los pueblos, lo que sin duda impulsó a Odón de Buen a la creación de la Estación de Biología Marina de Málaga.

El impulso que dieron a esa idea, tanto los miembros de la Sociedad Malagueña de

Ciencias como distintas autoridades de la ciudad (BANDERA 1997), permitió la instalación de la Estación, primero en una casa próxima a la Farola (Fig. 1), el crecimiento en personal y actividades, la independencia del Laboratorio de Baleares en 1920 (PÉREZ DE RUBÍN 2012) y la colocación oficial, a finales de abril de 1929, de la primera piedra del nuevo edificio para el Laboratorio Oceanográfico de Málaga (Fig. 2), que se denominaría Centro Internacional de Estudios Marinos (incluiría un gran acuario y un museo, además de las dependencias para investigación), construcción finalizada en 1936 y que, a pesar de los graves efectos que la guerra civil española tuvo en el Laboratorio Oceanográfico y las depuraciones de su personal, continuó siendo un centro de actividades internacionales marinas y pesqueras en Málaga.



Figura 1. Edificio de la Estación de Biología Marina de Málaga. Archivo Laboratorio Oceanográfico. IEO.

Afortunadamente, tanto el Centro Oceanográfico como el espíritu de cooperación internacional que iniciaran Odón de Buen y sus hijos Rafael y Fernando, también miembros de la Sociedad Malagueña de Ciencias, así como los siguientes directores del Centro, ha perdurado hasta hoy, tras más de cien años de vida. El Laboratorio Oceanográfico de Málaga que, junto con el de Palma de Mallorca y Santander, constituyeron en 1914 el Instituto Español de Oceanografía (I.E.O.) fundado por de Buen, continúa aún hoy su actividad científica, con nuevos investigadores y áreas de investigación, habiendo servido de semillero para una florida cosecha de investigadores marinos en las Universidades de Málaga y Cádiz y creando en

1992 la Unidad de Biología Pesquera del IEO en Cádiz, dependiente del centro de Málaga hasta su independencia como Centro en diciembre de 2008.



Figura 2. Edificio del Laboratorio Oceanográfico, Acuario y Museo Oceanográfico de Málaga construido a partir de 1929 en el Paseo de la Farola. Archivo Laboratorio Oceanográfico. IEO.

La cooperación internacional es un instrumento indispensable para la unión de pueblos, países u organizaciones con otras semejantes, con el fin de conseguir objetivos comunes que beneficien a todos. En el caso de la cooperación científica internacional pesquera, la cooperación bilateral no es nueva ni tampoco la cooperación en el ámbito de la pesca (VILARIÑO PINTOS 1974). Sí es más reciente su aplicación en el mar Mediterráneo con el fin de mejorar la gestión de los recursos pesqueros y en particular de los recursos compartidos por flotas de varios estados.

La gestión internacional de los recursos pesqueros se basa en recomendaciones y evaluaciones científicas sobre el estado de los recursos, pero se sustenta además en otros pilares de igual importancia como son el humano, que incluye aspectos sociales, culturales, económicos, políticos e institucionales (DE YOUNG et al. 2008) y la gobernanza, que incluye el conjunto de normas e instrumentos internacionales que posibilitan la gestión pesquera.

La gestión de los recursos del Mediterráneo la realizan los países miembros en el marco de dos Organizaciones Regionales para la Gestión Pesquera (ORPs), la CGPM y la ICCAT. La Comisión General de Pesca del Mediterráneo, CGPM (denominada así desde

2004, inicialmente Consejo General de Pesca del Mediterráneo: [www.fao.org/gfcm/en](http://www.fao.org/gfcm/en)) entró en vigor el 20 de febrero de 1952, y se encarga principalmente de los recursos demersales y de pequeños pelágicos. La Comisión Internacional para Conservación del Atún Atlántico (por sus siglas en inglés ICCAT, [www.iccat.org](http://www.iccat.org)), creada en Río de Janeiro en 1966, se ocupa de la gestión de las especies de grandes y medianos pelágicos migradores. Ambas organizaciones son reconocidas por los estados miembros, el sector pesquero, la ciencia, las ONGs, y demás actores de la pesca, como las dos ORPs con competencia en la gestión de los recursos explotados del mar Mediterráneo. La CGPM tiene su sede en Roma y se encuadra en la FAO (Organización Internacional para la Alimentación y la Agricultura, [www.fao.org/home/es/](http://www.fao.org/home/es/)), mientras que ICCAT tiene su sede en Madrid y se reconoce como una ORP independiente.

Estas ORPs facilitan que sus miembros (administraciones pesqueras de los países y entidades como la UE participantes en las mismas) puedan llegar a consensos que permitan la gestión efectiva de los recursos, incluyendo el control del cumplimiento de los acuerdos adoptados por las partes. La participación de España en estas dos Comisiones, que ambas ha presidido en alguna ocasión, y las actividades y aportaciones de los científicos del Centro Oceanográfico de Málaga son nuestro objetivo.

Otro organismo internacional de ámbito Mediterráneo, del que España fue promotora como miembro fundador en 1919, es la Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo (CIESM, [www.ciesm.org](http://www.ciesm.org)). Esta Comisión se crea en una conferencia internacional celebrada en Madrid, en noviembre de 1919, bajo la presidencia del rey de España Alfonso XIII, tras los buenos oficios del Director del IEO, Odón de Buen, con el apoyo del príncipe Alberto de Mónaco, un gran impulsor de la investigación marina al que unía amistad y compromiso con la oceanografía (CALVO ROY 2013). El Príncipe de Mónaco figuraría también en la nómina de la Sociedad Malagueña de Ciencias desde 1916 (ÁLVAREZ CALVENTE 2015). En abril de 1929, se celebró en Málaga la reunión de la CIESMM, organizada por el IEO y el Laboratorio Oceanográfico de Málaga, y en ella participaron representantes de ocho países del

Mediterráneo más España, figurando como invitada la Sociedad Malagueña de Ciencias (ÁLVAREZ CALVENTE 2015). Esta Comisión permitió durante muchos años de aislamiento y de escasos presupuestos, que investigadores malagueños del IEO pudieran presentar resultados de sus investigaciones, compartirlos y discutirlos con investigadores de los países mediterráneos que componen la CIESMM. No hay lugar aquí para describir la importancia que para la cooperación internacional española en el Mediterráneo ha tenido esta Comisión y también para el Centro Oceanográfico desde su fundación y la notable participación en sus diferentes comités científicos. Es una historia que habrá que escribir algún día porque fue, sin duda, un puente de salida del aislamiento tras la guerra civil y el foro internacional donde investigadores del IEO y de Málaga se abrieron al mundo de la cooperación internacional (Fig. 3).

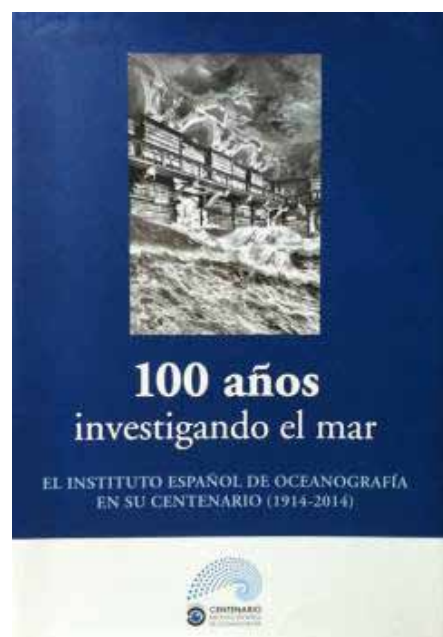


Figura 3. Portada del libro dedicado al centenario del Instituto Español de Oceanografía.

Además de las dos ORPs especializadas en la gestión de recursos pesqueros y la CIESM, en el ámbito marino del Mediterráneo hay otras dos organizaciones internacionales. La primera es el Convenio de Barcelona, que entra en efecto en 1975 y se revisa en 1995, denominación por la que se conoce el Convenio para la Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible de la zona costera del Mediterráneo. También en el marco del Convenio de Barcelona ha

venido trabajando el IEO con intensidad y supuso un importante respaldo a la creación de plazas de investigadores y la creación de la Red de Observación del Medio Marino (ROMM) en el Mediterráneo.

En segundo lugar, la Comisión para la Conservación de los Cetáceos del Mar Negro, Mediterráneo y zonas contiguas, ACCOBAMS, que se establece en 1996 y tiene sede en Mónaco. Cuenta entre sus actividades con el estudio de las interacciones entre los mamíferos marinos y la pesca, tanto en el aspecto conocido como pesca incidental o bycatch (BÁEZ et al. 2016; MACÍAS LÓPEZ et al. 2012) como en otras interacciones, principalmente las relacionadas con la alimentación y roturas en las redes de enmalle y cerco (BEARZI 2002). La participación de expertos del Centro Oceanográfico de Málaga fue importante en la fase inicial y de creación de esta organización como asesores de la administración española.

No podemos dejar atrás el importante papel que para la gestión de los recursos pesqueros de los países mediterráneos que son miembros de la Unión Europea, juega la Comisión y las diversas instituciones implicadas en el proceso que conduce a la gestión de los recursos pesqueros europeos, que incluyen el Parlamento Europeo, el Consejo, el Consejo Económico y Social, los Comités Regionales, etc. En ese complejo marco comunitario, entre los Organismos científicos consultivos, corresponde al Comité Científico, Técnico y Económico de Pesca (CCTEP), creado en 1993, asesorar a la Comisión respecto al estado de los stocks explotados en aguas comunitarias y por flotas europeas y en asuntos de gestión de la pesca.

El CCTEP lo conforman un grupo de expertos designados por la Comisión. El CCTEP informa directamente a la Comisión de la Unión Europea. Como en las otras organizaciones mencionadas, científicos del Centro Oceanográfico de Málaga han sido miembros y participado como expertos en este prestigioso comité para el apoyo a la gestión pesquera de la UE desde su creación (STECF 1998).

Fruto de las actividades del Centro Oceanográfico de Málaga con la Comisión de la UE, dos de sus biólogos pesqueros, Juan C. Rey, primero y Antonio Cervantes después, se trasladaron a Bruselas tras conseguir sendas

plazas en la Comisión, para seguir desde allí encargándose de temas de cooperación científica y pesquera, el primero en diversos destinos del océano Índico y Pacífico y el segundo en el Mediterráneo y con la CICA.

### **GESTIÓN DE RECURSOS PESQUEROS DEL MAR MEDITERRÁNEO**

Los recursos pesqueros, como el resto de especies marinas, se distribuyen siguiendo pautas geográficas y batimétricas en función de las necesidades en su ciclo vital que requiere de condiciones físico-químicas, sedimentarias, oceanográficas, o de disponibilidad de alimentos para las diferentes edades que componen una población, del imprescindible nicho ecológico para la reproducción, el alevinaje y el crecimiento hasta las fases reproductivas. Es fácil entender que el calentamiento global que se observa en los océanos esté dando lugar a movimientos de distintas especies, muchas de ellas hacia latitudes septentrionales, y produciendo nuevas áreas de distribución de las especies, incluidas aquellas de interés pesquero. Este hecho dará lugar, sin duda en poco tiempo, a revisar y actualizar los conocimientos sobre las áreas de distribución de las especies y la composición de especies que se integran entre las que gobiernan las distintas Organizaciones Pesqueras.

Dado que las especies, particularmente las pelágicas y migradoras, pero no sólo, puedan ocupar durante un mismo año regiones geográficas o áreas marinas que se sitúan frente a los distintos estados, su explotación la realizan flotas que utilizan distintos artes y aparejos de pesca y pertenecen a distintos países, que pueden tener frontera común o estar alejados geográficamente. Así, el atún rojo (*Thunnus thynnus thynnus*) en el Mediterráneo occidental, es una especie explotada por Argelia, España, Francia, Marruecos e Italia. Esa explotación de un stock por diferentes países sólo puede gestionarse en foros en que todos los países estén representados. Así surgen las Organizaciones Regionales de Ordenación Pesqueras (ORPs). Son éstas, organismos intergubernamentales de pesca con autoridad para establecer medidas de conservación y gestión de pesquerías en alta mar. Las ORPs juegan un papel fundamental en la gestión del sistema mundial de pesca y son la principal

herramienta para conseguir la cooperación entre naciones pesqueras, elemento esencial para la conservación y gestión efectiva de pesquerías internacionales (LODGE et al. 2007).

España ha sido miembro de pleno derecho antes y lo es en la actualidad, a través de los acuerdos de la UE, de numerosos tratados, convenios y acuerdos pesqueros, en particular de aquellos donde España cuenta con flotas. La misión principal de las ORPs es velar por el uso sostenible de los recursos que gestionan y preservar la diversidad biológica en el mar, en el marco del Código de Conducta para la pesca responsable adoptado por la FAO (1995).

Como principio general, las OROP deben cooperar activamente entre sí para garantizar la conservación a largo plazo y la explotación sostenible de pesquerías, una mayor coherencia en la aplicación del Acuerdo de Naciones Unidas para la Pesca de 1995 y la supresión de la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INN).

En la región del mar Mediterráneo, España es una de las partes que constituyeron el Consejo General de Pesca para el Mediterráneo CGPM, creado bajo el artículo 14 de la FAO, por acuerdo de 24 de septiembre de 1949. También es miembro de la CICC desde la primera reunión de la Comisión, que además presidió, adoptándose en esa reunión, que la sede estaría en Madrid (FAO 1970). A partir de noviembre de 1997 España pasa a estar en ICCAT como uno de los países miembros de la Unión Europea y deja de aparecer como parte contratante.

### **LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA, LA INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN PESQUERA**

Una buena parte de los stocks de peces explotados en el Mediterráneo lo son por distintos países que capturan e intercambian mediante el comercio, los productos de la pesca que pudiendo ser abundantes en una región, tengan interés comercial o alimentario en el otro. Así, mientras España es un consumidor de productos como el voraz (*Pagellus bogaraveo*), Marruecos explota esa especie en el área del estrecho de Gibraltar y gran parte de las capturas marroquíes son vendidas a España. Para conocer el estado de ese stock, las administraciones y los científicos de ambos

países cooperan compartiendo información de las especies en toda su área de distribución, aportando cada país los datos científicos relevantes para la evaluación del estado del stock y aplicando las administraciones pesqueras las medidas que permitan la sostenibilidad de ese recurso. La cooperación científica pesquera se hace así imprescindible para la gestión (Fig. 4).



Figura 4. Reunión de directores de centros de investigación marina y pesquera de la UE (Foro EFARO) en Lisekil, (Suecia) en 2001.

Según FARRUGIO (1996), la investigación marina en el mar Mediterráneo se ha visto favorecida por la existencia de una serie de Comités Internacionales cuyo ámbito de competencia abarca diferentes zonas. Estos incluyen la CGPM, ICCAT, CIESM y otros ya señalados. En esos foros se ha propiciado la cooperación científica entre los países del Mediterráneo a partir de fuertes lazos creados en la solución de problemas que afectan a los recursos compartidos.

MANNINI et al. (2008), resaltan que la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS 1982) exige a los Estados cooperar sobre una base regional en la protección y preservación del medio marino, teniendo también en cuenta las características propias de cada región. Esto implica la cooperación, a través de acuerdos bilaterales o multilaterales, en la investigación científica marina y la promoción de actividades de investigación pesquera conjunta en apoyo de la gestión de la pesca responsable y eficaz.

Los instrumentos internacionales de pesca tales como el Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO 1995), han desarrollado la necesidad de la cooperación

internacional en el uso y gestión de la pesca.

Una de las tendencias principales en las ciencias es la regionalización y la internacionalización de las actividades de investigación, consecuencia también de la necesidad de hacer un uso eficiente y rentable de equipos e instalaciones científicas muy costosas.

Según la FAO, la creación de capacidad, en el marco de un programa de cooperación internacional, debería ayudar a crear la capacidad nacional o regional que asegure que las deficiencias y problemas fundamentales a los que están dirigidas no reaparezcan cuando finalice el programa o que se puedan solucionar con eficacia a nivel nacional o regional tras esa capacitación. Los programas de cooperación internacional pesquera son mutuamente beneficiosos para las partes interesadas, en la medida en que proporcionan una excelente oportunidad para la interacción y el fortalecimiento de la capacidad científica nacional en diversas disciplinas de las ciencias pesqueras.

Aunque todos los países de la costa mediterránea son miembros de la CGPM, se mantiene la necesidad de una cooperación más estrecha para la investigación y la gestión de la pesca, en particular en relación con los países del sur y este de la cuenca. Esta situación ha propiciado la creación de proyectos de cooperación científica pesquera por la FAO, como se verá más tarde.

### **PARTICIPACIÓN, COMPROMISO Y LIDERAZGO ESPAÑOL EN LA CGPM**

La zona costera mediterránea está sujeta a una gran presión demográfica. A modo de ejemplo, la población en todo el Mediterráneo, que en 1950 fue fijada alrededor de 212 millones de habitantes (SUÁREZ DE VIVERO & RODRÍGUEZ MATEOS 2007), en 2000 alcanzó 428 millones y la previsión de crecimiento de la población sugiere un número de 523 millones en 2025 para el total del Mediterráneo (ATTANE & COURBAGE 2001).

Una de las características distintivas del mar Mediterráneo es su régimen jurisdiccional, caracterizado por la ausencia de zonas económicas exclusivas (ZEE) declaradas (con la excepción de Egipto, Chipre y Marruecos cuyos límites de la ZEE reivindicados no se

especifican) o las zonas de pesca definidas (a excepción de Argelia, Malta, Túnez, Libia y Líbano). La mayoría de los estados costeros han establecido un mar territorial de 12 millas. En consecuencia, las aguas del Mediterráneo se dividen simplemente en aguas territoriales de 12 millas de amplitud y aguas internacionales o aguas de alta mar. Las aguas de alta mar han pasado de ser dominantes en la cuenca mediterránea a estar en retroceso (SUÁREZ DE VIVERO & RODRÍGUEZ MATEOS 2007). La presencia de tal complejidad jurisdiccional requiere un alto nivel de cooperación entre los estados interesados en desarrollar e implementar la gestión sostenible de los recursos pesqueros existentes.

La estructura, organización y funcionamiento de los sectores nacionales de la pesca en la región del Mediterráneo son significativamente diferentes entre sí, tal como señala el Comité Científico Asesor (CCA-SAC) de la CGPM, aún existiendo una clara armonización de medidas y estructuras entre los países de la UE con fachada al mar Mediterráneo. A escala regional, la industria pesquera refleja la estructura socioeconómica existente, apareciendo dos grandes grupos: los países de la Unión Europea (UE, siete naciones) y los países mediterráneos no comunitarios (quince naciones). La proporción de desembarco total de estos dos grupos, de acuerdo con los datos disponibles, pasó de un 62% y un 38%, respectivamente en 1995, a alcanzar en 2005 la igualdad en la contribución de cada grupo al total de la producción pesquera mediterránea.

Para resolver los conflictos y mejorar la gestión pesquera de los recursos del Mediterráneo, Naciones Unidas decidió la creación del Consejo General de Pesca del Mediterráneo, como un órgano internacional bajo la tutela de la FAO. Según los textos fundamentales de la CGPM, los Estados Contratantes, interesados en el fomento de una explotación adecuada de los recursos marinos vivos del Mediterráneo, el mar Negro y sus masas de agua comunicantes, promovieron la cooperación internacional con la creación del Consejo General de Pesca del Mediterráneo, que se convirtió en Comisión General de Pesca del Mediterráneo, por acuerdo de las partes contratantes en 1997.

El objetivo principal de la CGPM es promover el desarrollo, la conservación, la

ordenación racional y la mejor utilización de los recursos marinos vivos, así como el desarrollo sostenible de la acuicultura en el Mediterráneo, el mar Negro y las zonas de conexión ([www.fao.org/gfcm/](http://www.fao.org/gfcm/)). Formada por 24 miembros (23 países miembros y la Unión Europea) que contribuyen a su presupuesto autónomo para financiar su funcionamiento, la membresía está abierta a los Estados ribereños del Mediterráneo y las organizaciones económicas regionales, así como a los Estados Miembros de las Naciones Unidas cuyas embarcaciones se dediquen a la pesca en su zona de aplicación.

La CGPM tiene la facultad de adoptar recomendaciones vinculantes para la conservación y gestión de los recursos explotados por la pesca en su ámbito de competencia, jugando un papel fundamental en la gestión de las pesquerías en la región. Las medidas adoptadas (generalmente por consenso) pueden referirse, por ejemplo, a la regulación de los métodos de pesca, de los artes de pesca, el tamaño mínimo de desembarque de las especies objetivo, el establecimiento de épocas y zonas de veda y el control del esfuerzo pesquero. La CGPM juega un papel decisivo en la coordinación de los esfuerzos de los gobiernos para gestionar eficazmente la pesca a nivel regional. Por otra parte, colabora estrechamente con otras organizaciones internacionales en asuntos de interés mutuo y se beneficia del apoyo de los proyectos y programas de cooperación (de la FAO y otras organizaciones con las que ha firmado protocolos de acuerdo) con el fin de mejorar la cooperación científica y la creación de capacidad entre sus miembros para la mejor gestión de los recursos de la pesca y los ecosistemas del mar Mediterráneo.

La participación de España ha sido muy activa desde el inicio de las actividades. Las reuniones plenarias de la CGPM de 1963 y 1980 se celebraron en Madrid y Palma de Mallorca y España obtuvo la Presidencia de la Comisión en 1958-1960, 1963-1965 y en el periodo 1972-1974 (CAMIÑAS y ÁLVAREZ 2014).

Desde un punto de vista operativo, la CGPM cuenta con un Comité Científico Asesor, un Comité consultivo para la Acuicultura, un Comité de Cumplimiento y un Comité de Administración y Finanzas.

## **ESPAÑA EN LA CREACIÓN DEL COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR (CCA) DE LA CGPM**

Pese a la antigüedad del Consejo General de Pesca del Mediterráneo, no fue hasta su transformación en Comisión en 1997, cuando se estableció el Comité Científico Asesor (CCA, SAC por sus siglas más utilizadas). A partir de una propuesta de la Unión Europea, durante la XXIIIª sesión de la Comisión celebrada en la sede de la FAO en Roma en julio de 1998, se acordó la estructura y funciones del CCA y que se reuniría con antelación a la reunión anual de la Comisión.

El mandato que recibió el CCA fue el de aportar asesoramiento independiente, de tipo técnico y científico, para fundamentar las decisiones de la Comisión relacionadas con la conservación y la gestión de la pesca, incluidos los aspectos biológicos, sociales y económicos, y en particular:

- evaluar las estadísticas e información proporcionada por los miembros, ORPs y programas de cooperación, sobre las capturas y el esfuerzo pesquero, así como otros datos pertinentes para la conservación y gestión de las pesquerías;
- prestar asesoramiento a la Comisión sobre la conservación y ordenación de las pesquerías;
- identificar programas cooperativos de investigación y coordinar su ejecución;
- ejercer cualquier otra función o responsabilidad que pueda ser solicitada por la Comisión.

El CCA tiene un mandato claro para reforzar la cooperación científica (dado su carácter científico y asesor), en relación con aspectos de tipo biológico, técnico, social y económico que puedan tener efectos sobre las medidas de gestión. Y debemos decir que así viene haciéndolo con el apoyo de los cuatros Subcomités y con el concurso de los Grupos de Trabajo de Expertos que alimentan a los Subcomités y al CCA.

La primera reunión del CCA se celebraría en la sede de la FAO en Roma, del 7 al 11 de diciembre 1998; una segunda reunión para finalizar su estructura tuvo lugar en mayo de 1999, tal era la necesidad de la Comisión de contar con un órgano asesor científico

del que había carecido desde su creación. El Director adjunto del departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO recordó en la primera sesión del CCA, que: *para que la gestión de la pesca sea sostenible, debe tomar en consideración la dimensión social de la comunidad pesquera. ...Un equilibrio entre las exigencias científicas para la conservación de las poblaciones y las condiciones socioeconómicas que prevalecen en las zonas en cuestión, es la mejor garantía para la gestión sostenible del sector pesquero.* A propuesta de la delegación francesa, en esa primera sesión J. A. Camiñas fue elegido Presidente del CCA y sería reelegido por dos periodos consecutivos (1999-2003). Otros científicos españoles y del IEO tuvieron también un papel relevante para la creación, desarrollo y consolidación del CCA y de sus Subcomités: el Dr. Jordi Leonart (ICM-CSIC) y el Dr. Pedro Oliver (IEO, Palma de Mallorca) fueron coordinadores del Subcomité de Evaluación de Recursos entre 1999 y 2004. El Dr. Alberto García del Centro Oceanográfico de Málaga, fue coordinador del Subcomité de Medio Ambiente y Ecosistemas de 2004 a 2005, con el mandato de lograr un equilibrio entre la explotación de los recursos que promueve la CGPM y la sostenibilidad de los ecosistemas, con especial consideración a las especies protegidas y en peligro. El Dr. Federico Álvarez (IEO, Palma de Mallorca) fue coordinador del mismo Subcomité desde 2010 hasta 2015 (CAMIÑAS y ÁLVAREZ 2014).

Numerosos investigadores pesqueros del Centro Oceanográfico de Málaga y otros del IEO, han participado en las reuniones de los Subcomités y los Grupos de trabajo de especies, aportando el conocimiento científico referente a las especies explotadas en el mar de Alborán y de sus ecosistemas: A. García, R. Abad (hoy en la Junta de Andalucía), A. Giráldez, J. Baro, M. González, P. Torres, J. L. Pérez Gil son algunos de los más activos biólogos del equipo de investigadores del Centro Oceanográfico de Málaga en los Comités y grupos de trabajo internacionales de la CGPM. El Dr. Miguel Bernal, comenzó su carrera científica en el Centro Oceanográfico de Málaga y se incorporó en Roma a la CGPM en julio de 2012, como parte de la estructura permanente.

#### **ACTIVIDADES EN LA CICAA DEL CENTRO OCEANOGRÁFICO**

La CICAA o ICCAT es la Comisión Internacional para la Conservación del

Atún Atlántico. Se estableció en 1966, en la Conferencia de Plenipotenciarios en Río de Janeiro, que preparó y adoptó el Convenio Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico. Tras el proceso de ratificación por los estados inicialmente interesados en ser miembros, entró en vigor en 1969. El Convenio establece que ICCAT es la única organización pesquera que puede asumir el estudio y ordenación de los túnidos y especies afines en el área de su competencia que comprende el Atlántico y mares adyacentes, como el Mediterráneo.

Inicialmente un grupo de 10 países se adhirió al Convenio de ICCAT (FAO 1970): Brasil, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Ghana, Japón, Marruecos, Portugal y Sudáfrica, pero ya en la Conferencia de Plenipotenciarios, celebrada en París en julio de 1984, participaron representantes de 20 estados miembros: Angola, Benín, Brasil, Canadá, República de Corea, Costa de Marfil, Cuba, España, Estados Unidos, Francia, Ghana, Japón, Marruecos, Portugal, São Tomé e Príncipe, Senegal, Sudáfrica, Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Uruguay y Venezuela. La UE participó como invitada. Actualmente esta Comisión está formada por 50 miembros.

Los estudios que realiza el Comité Científico Permanente de Investigaciones y Estadísticas (SCRS) de la CICAA incluyen las investigaciones sobre biometría, ecología y oceanografía, centrándose principalmente en los efectos de la pesca sobre la abundancia de los stocks, de especies que son particularmente importantes tanto desde el punto de vista biológico, por su posición apical en los ecosistemas pelágicos oceánicos, como por la importancia social y comercial de sus pesquerías y el valor de las especies principales: atún rojo, pez espada, atún blanco, bonito, melva, bacoreta y otros pequeños túnidos, junto con los tiburones pelágicos; son especies de alto interés que, según las circunstancias, son gestionadas por medio de TACs y Cuotas (se denomina TAC a un valor establecido de Captura Anual Total para gestionar un stock explotado dado, y Cuota, a la cantidad del TAC asignada a cada una de las partes signatarias del Convenio).

La CICAA estudia y gestiona también las especies de aves, mamíferos y tortugas marinas que, no siendo objetivo de las pesquerías, son capturadas incidentalmente.

La Comisión puede, basándose en las pruebas científicas proporcionadas por el SCRS y en otra información pertinente, adoptar Recomendaciones y Resoluciones destinadas a mantener las poblaciones de las especies ICCAT a niveles que permitan la captura máxima sostenible.

Las principales especies de túnidos y afines que son objetivo de la pesca en el Mediterráneo y el mar Negro son el atún rojo, pez espada (*Xiphias gladius*) y atún blanco (*Thunnus alalunga*). Otras especies menores como el bonito (*Sarda sarda*), bacoreta (*Euthynnus alletteratus*) y la melva (*Auxis thazard*) se pescan principalmente por algunos países con pesquerías artesanales. Un fenómeno mediterráneo reciente ha sido el aumento del interés por las capturas de atún rojo, que ha sido impulsado por los altos precios que conlleva el comercio de este producto con el país que más lo demanda, Japón. Este hecho y el establecimiento de TACs y Cuotas para la especie han originado primero, el establecimiento de jaulas de engorde del atún rojo que permiten el engrasamiento de los atunes hasta los niveles deseados por el mercado japonés, tras la importante pérdida de grasa que se produce durante la fase de puesta. En segundo lugar, produce el descarte de ejemplares de atún rojo (CAMIÑAS et al. 2016) por parte de las flotas una vez que la embarcación ha capturado su cuota. Este hecho no es en absoluto razonable desde diversos puntos de vista, considerando el valor de ese recurso (alimenticio y económico) y lo inadecuado del desperdicio de alimentos, aunque se haga en cumplimiento de la normativa de TACs y Cuotas.

Además de las especies de túnidos, algunas especies de tiburones como la tintorera (*Prionace glauca*) también son capturadas con los palangres de superficie en algunos países mediterráneos como España o Italia, complementando esas capturas la pesca de túnidos y pez espada cuando no son muy abundantes. Otras especies de tiburones comunes en nuestras aguas como el marrajo (*Isurus oxyrinchus*) que dio lugar a la denominación en Andalucía de una flota, la marrajera (CAMIÑAS et al. 2004), están hoy prohibidas.

La CICAA cuenta con un Comité Científico (el SCRS, Comité Permanente para investigaciones y estadísticas) que es

el responsable de aportar a la Comisión los dictámenes científicos sobre el estado de los recursos explotados. El SCRS, en el que cada miembro de la Comisión puede estar representado, es responsable de desarrollar y recomendar a la Comisión las políticas y procedimientos para la recopilación, análisis y difusión de estadísticas pesqueras. El SCRS coordina varias actividades de investigación, desarrolla programas internacionales de investigación cooperativa y evaluaciones de stock, y asesora a la Comisión sobre medidas específicas de conservación y ordenación.

El SCRS cuenta con un Subcomité de Estadísticas, un Subcomité de Ecosistemas, que abarca una amplia gama de temas, incluyendo un enfoque ecosistémico de las pesquerías y los factores oceanográficos que afectan a la biología y las pesquerías de túnidos, y los Grupos de Especies (túnidos tropicales, atún rojo, atún blanco, istiofóridos, pez espada, tiburones, pequeños túnidos y atún rojo del sur), así como otra serie de grupos de trabajo en función de las necesidades de la Comisión, como son el de marcado y el de evaluación de stocks.

Aunque científicos del IEO ya habían participado en reuniones sobre el atún, como la organizada por el CIESM en Málaga en 1929, F. De Buen, L. Bellón y A. de Miranda, Directores del Laboratorio Oceanográfico de Málaga publicaron extensos informes sectoriales sobre la pesca del atún rojo entre 1925-1927 (PÉREZ DE RUBÍN 2014). En 1948, se celebra en Málaga, organizada por el Director del Laboratorio Oceanográfico L. Bellón, la IIª Conferencia Internacional del Atún (CAMIÑAS 1996), pero es en el año 1972 cuando se produce la primera reunión del SCRS de la CICAA con la participación de científicos del IEO, de los laboratorios de Santander y Coruña. Posteriormente, en 1974, se reinician los trabajos de investigación sobre túnidos en el Laboratorio Oceanográfico de Málaga, cuando Jesús Crespo y Juan Carlos Rey Salgado, dos jóvenes pioneros de la investigación pesquera en el Oceanográfico, presentan a ICCAT los documentos denominados: *Serie histórica de capturas y esfuerzo de la almadraba aguas de Ceuta y Primeros datos sobre la pesquería de túnidos y afines en el Mediterráneo y sur atlántico españoles*, junto con investigadores de los centros de Palma de Mallorca (IEO) y Castellón (CSIC), lo que supuso el inicio de una larga serie de trabajos de investigación realizados en gran

medida en colaboración con institutos de investigación pesquera franceses, italianos, griegos, marroquíes, tunecinos, malteses, libios, brasileños, americanos, etc., reforzando lazos entre los institutos nacionales de investigación pesquera y sus jóvenes biólogos, cooperación que pervive en la actualidad.

Rememoraría PÉREZ DE RUBÍN (2011): *Camiñas colaboró con Jesús Crespo y Juan Carlos Rey Salgado en las investigaciones sobre pesquerías y con ellos publicó sus primeros trabajos, como los derivados de las investigaciones sobre los grandes túnidos y tiburones... Igualmente precursoras fueron las investigaciones desarrolladas entonces sobre la biología pesquera de diferentes especies obtenidas por la flota española de palangre de superficie que faenaba en aguas del Atlántico sur: pez espada, marlines y tiburones asociados, en particular la tintorera, el marrajo y los peces martillo. Y continúa: En 1984 J.C. Rey y J. A. Camiñas liderarían el equipo de investigación en túnidos y especies afines, ampliando la zona de trabajo a todo el Mediterráneo español y al golfo de Cádiz... En esos años se organiza por primera vez la Red de Información y Muestreo de túnidos, con la colaboración de profesionales del sector pesquero que trabajaban en las lonjas y cofradías, tanto del Mediterráneo como de la región suratlántica, lo que permitió al equipo del Laboratorio Oceanográfico mejorar la calidad de las estadísticas españolas...*

Debemos señalar que ese equipo inicial fue poco a poco ampliándose y reforzándose con la incorporación del biólogo José M. de la Serna, quien sustituiría a Camiñas en la coordinación del grupo de túnidos, al pasar éste a ser el coordinador del IEO para la investigación pesquera del Mediterráneo en mayo de 1988 y a Director del Centro Oceanográfico de Málaga, a partir de junio de 1989. J. M. de la Serna pasó así a dirigir el grupo de túnidos y las tareas internacionales en relación con esas especies hasta su jubilación en 2015. Participó el Dr. de la Serna de forma notable en la cooperación internacional con Francia, Italia, Grecia, Argelia, Marruecos, Malta, Túnez y Libia, organizando cursos, estancias de investigadores en el Centro, asistiendo a campañas de marcado y preparando acciones piloto, etc. En la actualidad, este equipo de investigación del Centro Oceanográfico de Málaga aporta la opinión científica a la administración española y comunitaria y participa en las reuniones y grupos de trabajo de la ICCAT; continúa con vigor y excelencia

capitaneado por el Dr. David Macías, apoyado por los investigadores Josetxu Ortiz de Urbina, el Dr. José C. Báez y quien suscribe, con el apoyo técnico indispensable de Lola Godoy, Pilar Rioja, María José Gómez y Salvador García, habiendo ampliando las líneas de investigación y las especies de estudio a tortugas y mamíferos marinos, condriictios pelágicos, aves marinas y a las interacciones de esos grupos con las pesquerías de túnidos y pez espada, lo que ha permitido reforzar la cooperación con grupos de investigación españoles y la cooperación internacional con los países de la UE, con la propia ICCAT y con expertos de Brasil, México, EEUU, Canadá, etc.

### **COOPERACIÓN CIENTÍFICA EN EL MEDITERRÁNEO: PAPEL DEL CENTRO OCEANOGRÁFICO DE MÁLAGA**

Podemos decir que la creación del Laboratorio Oceanográfico de Málaga fue en parte producto de la cooperación internacional que Odón de Buen mantenía con científicos europeos y del Mediterráneo. Y así ha sido desde la creación de la estación de Biología Marina (PÉREZ DE RUBÍN 2014). No sólo fueron hombres los que hacían ciencia en la oceanografía; para entender el importante papel que jugaron las mujeres en esos primeros años de la investigación marina en Málaga se recomienda a PÉREZ DE RUBÍN (2006, 2011) y PÉREZ DE RUBÍN & WULFF (2006, 2008). Tras el fallecimiento del Director del centro y miembro de la Sociedad Malagueña de Ciencias Luis Bellón (1954) y el traslado de su mujer, la también investigadora, Emma Bardam (hoy un buque de investigación oceanográfico español lleva su nombre), se incorporaría Fernando Lozano Cabo, que fue director hasta 1959. BANDERA (1997) recoge que la cooperación internacional era una relación obligada del Laboratorio y dedica un capítulo a ese tema, que titula *Málaga Centro Internacional de las Ciencias del Mar, 1929-1936*. Pero seguramente, es a partir de 1974-75, con la incorporación de una nueva hornada de biólogos dedicados a la investigación pesquera, que comienzan a participar en delegaciones españolas en las sesiones de la CGPM, la ICCAT y la CIESMM, cuando se produce la consolidación de la presencia internacional del Centro Oceanográfico de Málaga del IEO, completada con la participación de oceanógrafos físicos, geólogos y químicos en otras reuniones

internacionales de sus especialidades así como en proyectos internacionales.

Una ampliación de la plantilla científica del Centro y de la actividad ligada a la cooperación internacional bilateral vino de la mano del Programa de Cooperación Hispano-Marroquí para el seguimiento científico de las pesquerías españolas en aguas de Marruecos, incluyendo las del Mediterráneo. Ese programa permitió la contratación de un grupo de biólogos observadores científicos en los puertos pesqueros de Andalucía, que era donde se desembarcaban las capturas, y la incorporación de ese grupo de investigadores al Centro Oceanográfico a partir de 1986.

Desde un punto de vista científico, el papel de España ha sido y es en general muy relevante en las Comisiones internacionales pesqueras, y muy particularmente en la CGPM. Valga como ejemplo del adelanto de los científicos españoles, que ya en la XXIIIª sesión de la Comisión (Roma, julio de 1998) que adoptaba la creación del Comité Científico Asesor, desde la delegación de España se urgía a que *El Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO y el principio de precaución fuera implementado a fin de proteger la biodiversidad en el Mediterráneo... en las medidas de gestión de pesquerías*. Se marcaba un camino que luego sería la posición común en la organización y en los países miembros.

Uno de los hitos notables de la cooperación científica pesquera en el contexto europeo lo aporta la entrada de España en la Comunidad Económica Europea el 12 de junio de 1985. Con esa adhesión, España tenía acceso por primera vez a diversos fondos de la Comisión Europea, uno de los cuales era apoyar la investigación en los recursos pesqueros de los países miembros. Fruto de la adhesión fue la presentación y aprobación por la DG XIV (actual DG Mare) y la realización, entre 1986 y 1989, del primer proyecto europeo que se financiaba a España relacionado con la investigación pesquera, *Las Pesquerías Artesanales del Mar de Alborán*, un proyecto que permitió abordar desde el IEO el acceso a nuevas fuentes de financiación comunitarias, a día de hoy tan habituales. El proyecto permitió la contratación de jóvenes biólogos, J. Baro, F. Ramos, P. Serrano, J.C. Nuñez y J. A. Reina, los dos primeros aún en el IEO, y dio como resultado un extenso catálogo de artes de pesca, embarcaciones, voces, especies explotadas y tipología de la

pesca artesanal que se vio reflejada en distintos informes y publicaciones científicas y se abrió a la participación del IEO a la colaboración en proyectos de financiación europea.

La financiación y co-financiación por la Unión Europea permitió que el Centro Oceanográfico diera un paso muy importante en la cooperación internacional en Europa consolidándose como un centro de referencia en el Mediterráneo, lo que permitió a diferentes investigadores involucrarse en proyectos financiados por la Unión Europea.

En el campo de la financiación nacional, durante algunos años, hasta la llegada de la crisis iniciada en 2008, la Agencia Española para la Cooperación Internacional (AECI) financió proyectos al Centro Oceanográfico, pequeños, pero que permitieron reforzar la cooperación con países del Magreb, principalmente con Túnez.

Además de las actividades mencionadas y otras que se quedan en el tintero, algunas reuniones internacionales que se celebraron en Málaga o presidieron, coordinaron u organizaron investigadores del Centro Oceanográfico de Málaga, desde la creación del CCA de la CGPM en 1997 sin ser exhaustivos, son:

- Décima sesión del Comité de Pesquerías de la CGPM (Roma, 17-20 junio 1997). J. A. Camiñas, fue elegido Presidente y Y. Diouf de Marruecos, Vicepresidente de la sesión (GFCM, 1997). La Secretaría introdujo un documento sobre el cambio de reglamento para que el Consejo pasara a ser Comisión independiente, y la necesidad de establecer un Comité Científico Asesor (CCA).

- Málaga (España), 16-19 diciembre 1998. Taller sobre la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la Gestión de la Pesca.

- Fuengirola (España), 1-3 de marzo 2000. El Centro Oceanográfico acoge la 1ª reunión del GT de Pequeños Pelágicos (CCA, CGPM). Se presentaron cuatro documentos científicos de investigadores del Centro Oceanográfico y participaron en esta reunión R. Abad, A. Giráldez, A. García, L.F. Quintanilla, y M. A. Peña.

- Tercera reunión del CCA (Madrid, 2-5 mayo de 2000). Se revisaron los resultados de

los grupos de trabajo de pequeños pelágicos (Fuengirola, España, 1-3 marzo de 2000) y demersales (Sète, Francia, 21-23 marzo 2000). Se revisaron los indicadores socioeconómicos de las pesquerías del mar de Alborán. Las sesiones de los 4 Subcomités del CCA se reunieron en Madrid (2-5 mayo).

- Fuengirola (España), 18-22 septiembre 2000. Reunión para la modelización de Estrategias de Gestión de Pesquerías en el Mediterráneo.

- Fuengirola, 13-14 de mayo de 2004). 7ª Reunión conjunta CGPM-ICCAT sobre los stocks de grandes pelágicos del Mediterráneo. El IEO acogió la reunión con participantes de Marruecos, Italia, UE, FAO, España, Grecia, CGPM, Turquía, Túnez e ICCAT. Los investigadores del Centro Oceanográfico presentaron nueve documentos.

- Grupo de Trabajo sobre el esfuerzo pesquero en el Mediterráneo. Fuengirola (IEO), 30-31 de mayo de 2006. Participan expertos de Italia, Grecia, Marruecos, España la FAO y la UE.

- Octava reunión del Grupo de Trabajo conjunto GFCM/ICCAT sobre grandes pelágicos (Málaga, España, 5-9 mayo 2008).

- 10ª Reunión anual de los cuatro Subcomités del CCA. Málaga (Subdelegación del Gobierno), 30 noviembre-3 de diciembre de 2008.

### **MÁLAGA PROPUESTA POR ESPAÑA PARA SEDE DE LA COMISIÓN GENERAL DE PESCA DEL MEDITERRÁNEO**

Brevemente mencionamos aquí el momento en que Málaga fue propuesta para sede de la CGPM y cómo, tras la gestión de las posibilidades y la presentación de la candidatura de Málaga, la sede fue concedida finalmente a la ciudad de Roma.

En reunión extraordinaria de la CGPM celebrada en Malta en junio de 2004 (FAO 2004), la Secretaria de la Comisión presentó una propuesta con los criterios para seleccionar la sede de la Comisión. En esa misma reunión los delegados de Argelia, Italia, Malta y España anunciaron sus candidaturas para acoger la sede de la Comisión. La Secretaría de la CGPM señaló que las propuestas deberían presentarse a la

FAO antes del 30 de septiembre de 2004, y España preparó la candidatura de Málaga.

La Secretaría General de Pesca, que ostenta la representación de España en la CGPM, de acuerdo con el Ayuntamiento de Málaga, dirigido por Francisco de la Torre, y con mi asesoramiento, se pusieron manos a la obra para traer la sede de esa gran organización a Málaga. El Ayuntamiento preparó un buen dossier con las bondades de la ciudad, en relación a las comunicaciones, espacio, clima, ámbito universitario científico y tecnológico o la presencia del Centro Oceanográfico muy activo en la CGPM. El Ayuntamiento cedía un espacio singular para acoger la CGPM en uno de los edificios de la antigua Tabacalera. La Secretaría General de Pesca ofreció a la CGPM un mes al año de uso del Buque Oceanográfico Vizconde de Eza, de 53 m de eslora y 13 m de manga, para realizar investigación en los países mediterráneos. La oferta fue bien elaborada y se presentó en la reunión en la que la CGPM debía tomar la decisión sobre la sede. Finalmente, aunque la oferta española fue bien valorada, Italia fu elegida con su propuesta de una planta del Palazzo Blumenstil, actual sede de la Comisión, con medios mucho más reducidos que los ofrecidos por España, pero pesó en los miembros y la elección la seguridad de tener la sede bajo el paraguas protector de la FAO.

### **LA CREACIÓN DE LA OFICINA FAO-COPEMED EN MÁLAGA**

Durante las últimas décadas se han llevado a cabo esfuerzos en el Mediterráneo para abordar la investigación y la gestión de la pesca de forma cooperativa con el apoyo de España, como ya se ha señalado. Se han establecido redes subregionales para la recogida de datos pesqueros y se han establecido programas de investigación que abordan las prioridades conjuntas.

Con la creación por la FAO en 1996, a propuesta y con financiación de España, del proyecto CopeMed (*Asesoramiento, Apoyo Técnico y Creación de Redes de Cooperación que faciliten la Coordinación en Apoyo a Ordenación Pesquera en el Mediterráneo Occidental y Central*), se creaba un nuevo modelo de cooperación subregional en el Mediterráneo con el objetivo de reforzar la cooperación científica y la intergubernamental. El mecanismo empleado por CopeMed en el Mediterráneo

occidental y central (gestionado a través de un mecanismo de coordinación inter-pares con los países participantes, la FAO, la CGPM y los donantes) fue aplicado posteriormente por la FAO en el Adriático, creando el proyecto AdriaMed con el apoyo financiero de Italia y posteriormente los proyectos MedSudMed y EastMed completarían toda la geografía mediterránea (MANNINI et al. 2008). El mecanismo de cooperación, muy viable, requería financiación anual y creciente, al ser más los países a los que había que incorporar al mecanismo de cooperación y tener que integrar esa cooperación como un mecanismo de apoyo a la CGPM. Para resolver este problema, a partir de 2008, la DG Mare se hace cargo con España de la financiación de CopeMed y también de los proyectos Adriamed, MedSudMed y Eastmed.

Los proyectos de la FAO citados, apoyan a los países para que puedan cumplir sus compromisos con la CGPM y refuerzan sus capacidades científicas y técnicas. En la actualidad más de 60 institutos de investigación y las administraciones pesqueras de todos los países miembros de la CGPM son partícipes de estos proyectos, que permiten una cooperación internacional de amplio espectro.

En el caso del proyecto CopeMed, surge cuando la CGPM era aún el Consejo General de Pesca del Mediterráneo, y España apostaba por su transformación en una Comisión internacional con capacidades de gestión. Fue una propuesta, fundamentalmente para reforzar los lazos de colaboración, pero con un calendario y presupuesto anual (contó con 1 millón de dólares) y de actividades aprobado por su Comité de Dirección (entre 1996 y 2005 lo coordinó Rafael Robles, tras dejar la Dirección General del IEO) al que rinde cuentas, al igual que lo hace ante los donantes y ante la FAO y la CGPM. Los países que aceptaron participar fueron Argelia, Marruecos, Túnez, Libia y Malta, como países que en aquel momento no pertenecían a la UE y Francia, Italia y España como integrantes de la UE.

La financiación española de la fase I provenía de la Agencia Española de Cooperación Internacional y tuvo importantes resultados en el reforzamiento científico subregional y la cooperación con la CGPM y con ICCAT, aportando nuevas ideas a las dos organizaciones y apoyando resoluciones y sus mandatos ([www.faocopemed.org](http://www.faocopemed.org)).

Al iniciarse la segunda fase del proyecto, en 2008, los países mencionados continuaron participando en el proyecto. Una vez finalizada la primera fase del proyecto en 2005, tanto España (la Secretaría General de Pesca) como la UE (a través de la DG Mare) se comprometieron a continuar financiando el proyecto FAO-Copemed II que, a propuesta de España, traslado su sede a Málaga, ciudad considerada idónea y que, como hemos indicado, había sido propuesta para sede de la CGPM. En 2008 se estableció la oficina de la FAO para los proyectos de cooperación pesquera CopeMed II y ArtFiMed en Málaga, ubicándose en la sede de la Subdelegación del Gobierno, en el Paseo de Sancha, con el apoyo del entonces Subdelegado del Gobierno, Hilario López Luna. Ese apoyo continuó con todos los subdelegados posteriores. La dirección de la oficina y la coordinación de los proyectos recayeron en mí tras un proceso de selección internacional, por lo que dejo la dirección del Centro Oceanográfico de Málaga en febrero 2008 para centrarme en la nueva responsabilidad internacional con FAO. En julio de 2015, con mi jubilación en la FAO y reingreso en el Oceanográfico, se incorpora a la Oficina de la FAO la nueva responsable, Dra. Pilar Hernández.

La representación de España en los proyectos CopeMed de la FAO ha sido encargada por España a expertos del Instituto Español de Oceanografía. En la actualidad, el Director del Centro Oceanográfico de Málaga Dr. J. Baro; con anterioridad el Dr. F. Álvarez, Director del Centro Oceanográfico de Baleares y yo mismo al inicio del proyecto (1997-2002).

La idoneidad de la ciudad por sus comunicaciones con los países magrebíes y con Roma, Bruselas y Madrid, el espacio seguro cedido por la Administración central para la sede de Naciones Unidas que ofrece la Subdelegación, hace que aún hoy se continúe desarrollando tareas de cooperación internacional desde esa oficina. Con el traslado a Málaga en 2008 de la Oficina de la FAO (anteriormente en Alicante y Madrid), se crean dos proyectos para la cooperación internacional, el primero corresponde a la segunda fase de CopeMed, con nuevos enfoques de tipo social, no solo biológico y científico, y un segundo proyecto, ArtFiMed, piloto para el Mediterráneo, cuyo objetivo principal era el desarrollo y la potenciación de la pesca artesanal, para lo que se seleccionaron,

por Marruecos y Túnez, en colaboración con la FAO, tres lugares piloto, Dikky en Marruecos, en el área del estrecho de Gibraltar, y Ghannouch y El Akarit en Túnez en el Golfo de Gabès. El Akarit se corresponde con una playa donde mujeres pescadoras realizan la pesca de moluscos bivalvos a pie. ArtFiMed estaba financiado por AECID (España) y desafortunadamente sólo tuvo dos años de duración (2010-2012), debido a la reducción de presupuestos de la Agencia lo que no permitió continuar con la prevista aplicación de los resultados a la región mediterránea. No obstante, las actividades y resultados de ese proyecto han servido, junto con otras, para la inclusión de la pesca artesanal como una de las líneas directrices del Programa Marco de la CGPM.

Contar con la sede de FAO-CopeMed en Málaga supone que anualmente esta ciudad es una referencia para el Mediterráneo en las actividades de la sede de la FAO y de la oficina regional en Túnez, además de para las oficinas de FAO en Rabat, Argel y Túnez con las que se colabora y, en particular, referencia en el Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO del que depende; lo es también entre las administraciones pesqueras de los países participantes y sus institutos de investigación, y es lugar de reuniones, cursos y otras actividades. Para la CGPM, la oficina y el proyecto CopeMed sirven como centro de referencia de las actividades de cooperación en el Mediterráneo occidental, organizando diversas reuniones en Málaga.

Se ha convertido así Málaga, a partir del esfuerzo de la administración española y de la FAO, pero también con el empuje realizado desde el Centro Oceanográfico de Málaga, desde la creación como Estación de Biología Marina en 1911, y con la participación de científicos de ese centro, en una de las sedes internacionales de la FAO en países del mar Mediterráneo. Creemos que ha sido el resultado de un trabajo intenso y de calidad en pro de la investigación pesquera y la cooperación internacional, en el que el IEO y sus científicos en Málaga han jugado un papel preponderante durante ese más de un siglo de vida. Deseamos al Oceanográfico al menos otros cien años más de vida en Málaga, al haberse iniciado en agosto de 2016, mientras escribíamos este artículo, las obras del nuevo Centro Oceanográfico de Málaga en el puerto, en la capital.

## AGRADECIMIENTOS

La obra internacional de investigadores y directores de la Estación de Biología Marina/Laboratorio Oceanográfico/Centro Oceanográfico de Málaga ha sido acumulativa para que Málaga sea referencia internacional en cooperación e investigación pesquera y sería imposible nombrarlos a todos. Fueron mi referente los distintos directores del Centro y cuya labor continué durante más de treinta años, como Rafael de Buen, Álvaro de Miranda, Luis Bellón y Natalio Cano, a quién sustituyó y lo era en mi ingreso en 1975, y los investigadores que los acompañaron con sus trabajos; el espíritu innovador del Director del IEO, Miguel Oliver (1980-1982) y de su aventajado continuador Rafael Robles (1986-1996), y el apoyo al Centro y a sus investigadores de Subdirectores generales de investigación y Directores generales como Álvaro Fernández, Concha Soto (la única mujer que ha sido Directora General del IEO) o Enrique Tortosa, que apoyaron a los equipos del Mediterráneo y Málaga. A todos los biólogos pesqueros mencionados o no en el texto, y los que entre 2008 y 2015, mi tiempo en la FAO, siguieron reforzando la cooperación. Y a todos los que aún hoy siguen participando en reuniones y actividades internacionales llevando el testigo de la investigación y cooperación internacional pesquera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ CALVENTE M. 2015 Anotaciones históricas sobre la Sociedad Malagueña de Ciencias (1872-2002). Edit. Academia Malagueña de Ciencias, 225 pp.
- ATTANE I & COURBAGE Y. 2001 *La démographie en Méditerranée. Situation et projection*. Les Fascicules du Plan Bleu 11, Economica, Paris.
- BÁEZ J.C., CAMIÑAS J.A. & MACÍAS D. 2016. Definiendo y traduciendo "by-catch" al español: un término inconsistente en biología pesquera. *Anales de Biología* 38: 91-94.
- BANDERA J. A. 1997. *Historia de la investigación marina en Andalucía, 1908-1994. El Laboratorio Oceanográfico, Acuario y Museo de Málaga*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga, 130 pp.

- BEARZI G. 2002. Interactions between cetaceans and fisheries in the Mediterranean Sea. In: G. Notarbartolo di Sciara (ed.), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies*. A report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002, Section 9, 20 pp.
- CALVO ROY A. 2013. *Odón de Buen: toda una vida*. Ediciones 94, Zaragoza.
- CAMIÑAS J.A. 1996. *Recapitulación histórica acerca del Laboratorio Oceanográfico, Museo y Acuario de Málaga y su continuación como Centro Oceanográfico*. En XIV Semana de Estudios del Mar.
- CAMIÑAS J.A., BARO J. & ABAD R. 2004. *La pesca en el Mediterráneo andaluz*. Fundación Unicaja, Málaga.
- CAMIÑAS J.A. & ALVAREZ F. 2014. La Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM). In: Pérez de Rubín J. (ed.), *100 años investigando el mar. El Instituto Español de Oceanografía*, pp. 286-288.
- CAMIÑAS J.A., ORTIZ DE URBINA J., BÁEZ J.C. & MACÍAS D. 2016. La pesca del atún rojo: una perspectiva histórica y social de la gestión de los descartes. *Ruta Pesquera* 116: 30.
- DE YOUNG C., CHARLES A. & HJORT A. 2008. *Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 489. Rome, FAO.
- FAO 1970. *Informe de la primera reunión de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico, Roma 1-6 diciembre 1969*. FAO Fish. Rep. (Es), 84: 45.
- FAO 1995. *Code of Conduct for Responsible Fisheries*.
- FAO/GFCM 2004. *Report of the Extraordinary Session*. St Julians, Malta, 19-23 July 2004. FAO Fisheries Report No. 755. Rome, FAO.
- FARRUGIO H. 1996. *Mediterranean Fisheries Status and Management. Evolution of the Research and Improvement of Regional Cooperation*. Diplomatic Conference on Fisheries Management in the Mediterranean, Venezia, Italy, November 1996.
- GFCM 1997. *Report of the tenth session of the GFCM Committee on Fisheries Management*. Rome, Italy, 17-20 June 1997. FAO Fishery and Aquaculture Economics and Policy Division.
- LODGE M.W., ANDERSON D., LØBACH T., MUNRO G., SAINSBURY K. & WILLOCK A. 2007. *Recommended Best Practices for Regional Fisheries Management Organizations. Report of an independent panel to develop a model for improved governance by Regional Fisheries Management Organizations*. The Royal Institute of International Affairs, Chatham House, London.
- MACÍAS LÓPEZ D., GARCÍA BARCELONA S., BÁEZ J.C., MIGUEL DE LA SERNA J. & ORTIZ DE URBINA J.M. 2012. Marine mammal bycatch in Spanish Mediterranean large pelagic longline fisheries, with a focus on Risso's dolphin (*Grampus griseus*). *Aquat. Living Resour.* 25: 321-331.
- MANNINI P., CAMIÑAS J.A., ROBLES R. & MASSA F. 2008. Regional cooperation in the Mediterranean fisheries. In: Basurco B. (ed.), *The Mediterranean fisheries sector*. CIHEAM/FAO /GFCM, pp. 139-153.
- PÉREZ DE RUBÍN J. 2006. Pioneras de la investigación oceanográfica. *Mar* 39, Febrero 2006.
- PÉREZ DE RUBÍN J. 2011. *Centenario del Centro Oceanográfico de Málaga. Pioneras investigaciones en el Mar de Alborán, Estrecho de Gibraltar y Golfo de Cádiz desde 1911*. Instituto Español de Oceanografía (IEO), Centro Oceanográfico de Málaga.
- PÉREZ DE RUBÍN J. 2012. Pioneras investigaciones en el mar de Alborán, Estrecho de Gibraltar y Golfo de Cádiz. *Revista del Instituto Español de Oceanografía* 19: 38-47.
- PÉREZ DE RUBÍN J. 2014. El Centro Oceanográfico de Málaga (1913-2013). In: Pérez-Rubín J. (ed.), *100 años investigando el mar. El Instituto Español de Oceanografía en su centenario (1914-2014)*. Instituto Español de Oceanografía, Madrid.
- PÉREZ DE RUBÍN J. & WULFF E. 2006. *The pioneering women in the Spanish marine and freshwater scientific research effort (1923-1969)*. Actas IX Congreso de la SEHCYT (Cádiz, Spain), vol. 2: 1097-1107.
- PÉREZ DE RUBÍN J. & WULFF E. 2008. Ángeles Alvariño (1916-2005): la pionera de la Oceanografía española de mayor

- proyección internacional. In: Cobos Bueno J.M., Pulgarín Guerrero A., Ausejo E. (eds.), *X Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Encuentro Internacional Europeo-Americano, Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, pp. 592-602.
- SUÁREZ DE VIVERO J.L. & RODRÍGUEZ MATEOS J.C. 2007. *Atlas of the European Seas and Oceans. Marine jurisdictions, sea uses and governance*. Ediciones del Serbal, Sevilla.
- STECF 1998. *7<sup>th</sup> Report of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries*. November 1998.
- VILARIÑO PINTOS E. 1974. Los convenios pesqueros. Anotaciones a los multilaterales y bilaterales en los que España es parte. *Revista de Política Internacional* 134, Julio/Agosto.

## EL CASTILLO DE SAN LORENZO: ORTO Y OCASO DE UNA DEFENSA MARINA

Francisco Cabrera Pablos  
Numerario de la Academia Malagueña de Ciencias



Figura 1. Puerto de Málaga con el castillo de San Lorenzo (óleo de Vicente Gómez Navas).

La presencia de armadas hostiles de los más variados orígenes y banderas en estas aguas mediterráneas fue frecuente durante siglos, atraídas por la importancia del comercio malacitano y la riqueza que su puerto generaba. Las autoridades locales se esforzaron hasta donde les permitían sus recursos económicos, siempre escasos, en edificar y mantener un sistema defensivo de la suficiente envergadura como para prevenir los ataques de flotas occidentales y las acciones del corso, tan usuales en estos mares.

La hostilidad de las naves europeas, (francesas, inglesas u holandesas, según la política internacional del momento) era tradicional en nuestras costas. En el caso de las británicas sus avistamientos aumentaron tras la pérdida de Gibraltar para las armas de Felipe V el 4 de agosto de 1704, en plena guerra por la sucesión al trono de España. También resultaban habituales las intervenciones piráticas de saetías y jabeques procedentes de las *tierras de Berbería*, cuya cotidiana presencia

en la mar se fue espaciando, aunque no desapareciendo, tras la victoria de Lepanto.

Razones estas más que suficientes para mantener operativas unas instalaciones castrenses que en Málaga resultaban muy escasas, a pesar de lo cual es de reseñar los elevados costos que su mantenimiento exigía.

El cinturón amurallado de nuestra ciudad estaba ya desde el Diecisiete en un estado lamentable, acentuándose su ruina con el paso de los años y la falta de mantenimiento. Numerosos ingenieros militares habían denunciado el peligro que suponía el permanente deterioro a que estaba sometido tan fundamental defensa. Enclaves tan importantes en Málaga como Alcazaba y Gibralfaro disponían de unos ingresos que apenas si alcanzaban *para el reparo y manutención de la casa real, cuartos de alcaide, iglesias y garitas*.

Los dos fuertes, aunque de estructura absolutamente independiente, constituían un conjunto defensivo comunicándose entre

sí mediante una coracha que todavía hoy se conserva.

El bastión oriental está ocupado por Gibralfaro, el cual se sitúa sobre un cerro que domina la cercana Alcazaba, protegiéndola por lo tanto con su artillería. En esta merece destacarse la inteligencia de su fábrica con un doble sistema de murallas defensivas y sólidas torres. Dichas defensas, además de proteger el perímetro interior también amurallado, permitirían repeler a los atacantes desde el segundo recinto en el caso de que hubiesen tomado el primero.

La Alcazaba fue levantada con un resistente tapial, luego revestido con paramento de piedra y ladrillo en algunas zonas. Debido a su antigüedad ha experimentado numerosas reparaciones en las que se emplearon los elementos más diversos. Además, no olvidemos que los arquitectos islámicos eran muy dados a usar materiales de civilizaciones precedentes: así, son frecuentes los fustes romanos del inmediato teatro en el sostén de los dinteles de algunas de las puertas.

Tras la conquista de la ciudad por los Reyes Católicos en el verano de 1487, ambos edificios habían sido adaptados a las necesidades cristianas constituyendo desde aquellos años los fuertes mejor preparados de los aquí existentes. Su estado de conservación era aceptable en el siglo XVII, ya que cuando Felipe IV visitó nuestra ciudad en 1624 se aposentó en la Alcazaba malacitana.

En lo referente a las reformas experimentadas por este alcázar en las primeras décadas del Dieciocho, podemos decir que se limitaron a remodelaciones de escasa envergadura, fruto de los imperativos de la guerra de Sucesión y de las contiendas posteriores. No tuvieron mayor trascendencia que la de limpiar los pozos o atender al abastecimiento de los necesarios pertrechos.

En el castillo también se realizaron algunas reparaciones, especialmente en 1711, 1725, 1729 y durante la dominación francesa en la guerra de la Independencia; época en la que ingenieros militares galos y algunos españoles levantaron interesantes planos sobre cómo hallaron a la fortaleza en 1810 y de los arreglos que ya entonces se precisaban. Quizás, lo más significativo en aquel período fue la construcción de un nuevo almacén

para contener la pólvora, hasta la definitiva construcción del polvorín de Teatinos ya muy avanzado el siglo XVIII.

A pesar de lo dicho, en el caso del ataque de una armada enemiga solo quedaba a la población el recurso de refugiarse en los alcázares árabes antes aludidos –como decimos medianamente conservados pero aún servibles–, hasta la llegada de refuerzos desde las localidades del interior. Estas fortalezas constituyeron durante siglos los recintos mejor dotados de la ciudad a pesar de sus carencias. Su estratégico emplazamiento al noreste del caserío y el dominio que su artillería ejercía sobre los muelles convertían a dichas fortificaciones en reductos seguros, en el caso de que naves hostiles intentaran el asalto a la costa malagueña.

La Corona se vio obligada a prorrogar periódicamente recursos, de los que su mayor parte se destinaban al mencionado conjunto de los fuertes islámicos. A tal efecto y para controlar los fondos, Felipe V dispuso en 1708 la creación de un arca de tres llaves y un libro de contabilidad que cuantificara las contribuciones pecuniarias y su inmediato destino, cuyo control hasta entonces había resultado muy deficiente.

Cuando tras finalizado el conflicto sucesorio entre Felipe de Anjou y el Archiduque Carlos, las obras de los muelles malacitanos continuaron, los ingresos procedentes de los llamados *arbitrios de reedificaciones de fortalezas* pasaron a formar parte de los capitales con los que se costeaba una obra tan importante como la de este puerto, de cuyas arcas se podían sacar hasta mil reales anuales destinados al mantenimiento de los fuertes.

El conjunto defensivo urbano se complementaba con las fortificaciones situadas de cara a la marina, de las que a comienzos del siglo XVII no se podía contar más que con el Torreón del Obispo de escasa envergadura. Fue construido en el tronco del muelle de poniente en 1621, gracias al prelado Luis Fernández de Córdoba, el cual costeó unas obras que pretendían impedir los desembarcos de los piratas berberiscos aún habituales en aquellos años. Ya en el siglo XVIII, la construcción del castillo de San Lorenzo que aquí analizamos, muy cerca del mencionado baluarte, aconsejó su derribo autorizado por Carlos III en 1785 dada su absoluta inoperancia en el caso de una ofensiva enemiga.

## ATAQUE A MÁLAGA DE UNA ARMADA FRANCESA EN 1693



Figura 2. Vista de Málaga por Chèreau a finales del siglo XVII. Bibliothèque Royale Albert I, Bruxelles, Section des Cartes et Plans, Sig. 629.

Tal y como hemos analizado en las líneas que preceden, la estructura defensiva de nuestra ciudad en el cambio secular al tiempo de las Luces era muy deficiente. Y así quedó de manifiesto en el ataque que una armada francesa, formada por noventa naves, realizó a Málaga y a su puerto en el verano de 1693. Sobre el número de navíos que componían la armada francesa la documentación consultada aporta datos distintos. Así, mientras los informes militares hablan de noventa barcos, hay otros que elevan la cifra hasta los ciento setenta. En cualquier caso, parece seguro que no toda la flota fue la que realizó el ataque sino solo su vanguardia, lo cual justificaría la disparidad de las cifras.

De este asunto nos ocupamos con brevedad, ya que fue el elemento desencadenante de la construcción del castillo de San Lorenzo cuyo estudio realizamos en estas páginas (Figs. 1, 2).

Es evidente que no podemos detenernos, por lógicas razones de espacio, en hacer un exhaustivo análisis histórico de los postrimeros años del decadente reinado de Carlos II el Hechizado. La decrepitud física y mental del último de los Austrias permitió que las potencias europeas se animaran a repartirse, a su antojo y mediante constantes intrigas palaciegas, el aún inmenso Imperio español. Luis XIV llevaba tiempo pretendiendo parte del territorio hispano a través de las denominadas Guerras de Devolución, siendo en este contexto en el cual hay que situar el ataque a Málaga

de las naves galas antes mencionadas del que seguidamente nos ocupamos. Ataque que hemos podido realizar tras la consulta de una amplia documentación que se conserva en el Archivo General Militar de Madrid, entre otros centros archivísticos.

En la mañana del lunes 20 de julio del año citado, la vanguardia de una armada francesa, que llevaba varias horas fondeada en la bahía, desembarcó un lanchón. En él, un suboficial francés portaba una carta de su comandante dirigida al gobernador de la plaza. En su escrito, le instaba a entregar los buques británicos y holandeses que se encontraban atracados al abrigo de este muelle bajo amenaza de que, si se negaba, bombardearía a los barcos enemigos de Francia.

La flota atacante estaba formada por navíos procedente de puertos portugueses y venía dirigida por el mariscal Tourville y comandada por el duque de Estrées, ambos militares de reconocido prestigio ante su corte. A su llegada a las aguas malacitanas encontraron una ciudad que poca defensa podía ofrecer al carecer de tropas y armas de suficiente número y envergadura. La presencia de armada tan numerosa produjo la lógica alarma entre la población civil que huyó, el que pudo al menos, hacia las localidades del interior intentando de esa forma alejarse de un posible desembarco.

Ante la negativa del gobernador a entregar los navíos aliados del rey de España, los franceses iniciaron un bombardeo el día 21 del mismo mes, bombardeo que duró algo más de cinco horas. El propio gobernador escribía con urgencia al marqués de Villanueva informándole de la difícil situación en la que Málaga se encontraba. Al igual que de la escasa preparación de las tropas –milicias en su mayoría– con las cuales podía contar, *sin disciplina, ni obediencia, ni haber visto armas, con cuya impericia están con grandes miedos y no hay forma de reducirlos al manejo de el (sic) mosquete y arcabuz, siendo muy pocos los que quedan en la compañía.*

En el ataque francés al interior de los muelles las naves británicas y holandesas fueron hundidas, así como una saetía catalana que estaba anclada muy cerca de aquellas. Causaron además algunos muertos y varios daños en los edificios del sur de la ciudad. Tras el bombardeo enemigo, nuevamente

llegó a tierra una carta en la que el almirante galo presentaba sorprendentes disculpas por la agresión que *se había visto obligado a hacer*, y todo ello con el ceremonioso lenguaje de la época. Además, solicitaba a las autoridades malagueñas el abastecimiento de víveres a su flota: en concreto 150 vacas y 500 carneros, cuyo importe estaba dispuesto a abonar.

El gobernador, Félix de Marimón, después de un sinfín de gestiones (en alguna de las reuniones participó el conde de Puertollano, del Consejo de Guerra de S.M., que casualmente estaba en Málaga) intentó con desigual fortuna disminuir el importe del suministro solicitado, conocedor de la imposibilidad de defender debidamente a la ciudad bajo su mando si se negaba a su entrega. Además, preparó un extenso informe, conservado en las Actas Capitulares del Ayuntamiento malacitano, en el que explicaba el desarrollo de los acontecimientos. También de las razones finales que le obligaron a aceptar, tras el lógico regateo, las condiciones que impuso el comandante de la armada enemiga evitando así que Málaga sufriera más daños de los ya padecidos; condiciones que, como decimos, consistían en un generoso aprovisionamiento de sus naves. Unas naves cuyo número aumentaba a medida que se incorporaban nuevos buques a estas aguas hasta alcanzar el inquietante número de 140 a partir del día 22.

Finalizada la entrega de las vituallas la flota enemiga levó anclas, al tiempo que hasta Madrid llegaban los ecos de lo acontecido en Málaga provocando un serio revuelo en la corte; un revuelo que al conocerse los pormenores del suceso crecía con inusitada rapidez pasando de la sorpresa a la indignación.

Efectivamente, al enterarse de las actuaciones de las autoridades locales el enfado del soberano fue creciendo a medida que llegaban los informes de lo que, a todas luces, había sido una incondicional rendición. Por fortuna, la providencial estancia en la capital de España del recién nombrado obispo de la ciudad, Bartolomé de Espejo y Cisneros, y sus acertadas gestiones permitieron interceder a los procuradores locales ante el rey y sus ministros, haciéndole ver lo inútil de una defensa con los medios con los que entonces Málaga contaba.

Un memorial del Ayuntamiento malacitano enviado a la Villa y Corte explicaba con detalle lo sucedido. En él solicitaba además a Carlos II que le autorizara a destinar durante seis años los arbitrios necesarios dilatando por igual tiempo los pagos comprometidos. Pretendía con su importe realizar las obras de fortificación y defensa que se precisaban y que el mencionado ataque había dejado de manifiesto. Para todo ello requería además el necesario concurso de técnico competente, al carecer la ciudad de ingeniero o arquitecto de reconocida experiencia en este tipo de construcciones.

Finalmente, el Consejo de Guerra –que era el que había gestionado todo el conflicto– solicitó al Rey la aprobación de varios de arbitrios con cuya recaudación podrían realizarse las reparaciones precisas. Además, *que con la asistencia de ingenieros peritos formase planta de las murallas y fortificaciones que fuesen necesarias, con especificación de la obra que de uno y otro se hubiese de hacer*. Este último punto era esencial a fin de conocer qué reformas habrían de acometerse y su costo en una política que pretendía, *y hoy más que nunca, tener fortificadas de forma conveniente todas las plazas y con especialidad las marítimas*.

Fue designado, tras farragosos trámites que nos permitimos evitar para no alargar en demasía este trabajo, el ingeniero militar Hércules Torelli. En concreto, el Consejo le ordenaba desplazarse a Málaga para realizar un análisis de las fortificaciones que en la ciudad se necesitaban, al mismo tiempo que debía estudiar, una vez más, la forma de resolver las habituales inundaciones del Guadalmedina y sus trágicas consecuencias en el caserío malagueño.

### **EL PROYECTO DE HÉRCULES TORELLI**

Hércules Torelli, que firmaba sus trabajos como *capitán de caballos, arquitecto militar, ingeniero y matemático*, recibió a fines de 1693 la orden realizar un estudio sobre las obras precisas para dejar a Málaga y especialmente a sus muelles *en estado de defensa*.

Tras desplazarse a esta ciudad y examinar durante varias semanas su puerto y su río procedió a la realización de un proyecto que fue remitido al Almirante de Castilla el 16 de enero de 1694 (Fig. 3).



Figura 3. Proyecto defensivo de Málaga por Hércules Torelli (1693), Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 43-37.

Aprovechaba además para pedir que *se me asista, porque lo que se me dio en esa Corte se gastó ahí y en el viaje, y también en el ayudante que he traído conmigo para que me asistiera, que a este no se le dio nada*. Esta última cuestión no es baladí, ya que los testimonios archivísticos que recogen la dilación de los pagos a los ingenieros del rey demuestran que era algo tan lamentable como habitual; y lógicamente las obras públicas se resentían de estos atrasos.

En su proyecto explicaba las reformas que habrían de hacerse destacando por su urgencia esencialmente dos. La primera, la construcción de un muro *de buena fábrica* en dientes de sierra que recorriese toda la orilla izquierda del Guadalmedina, protegiendo al caserío al mismo tiempo de cualquier ataque y de las habituales avenidas del torrente. La segunda, la edificación de un hornabeque que, delante de las Atarazanas y en la misma ribera del mar, impidiese el asalto de una armada a la bahía y al puerto desde el suroeste de los muelles; hornabeque al que definía en el plano como *plataforma que se ha de fabricar de nuevo*. Recordaba además que el sistema amurallado urbano estaba muy deteriorado, al igual que la decena de puertas fortificadas que protegían la entrada al caserío y a las que reconocía carentes de toda defensa.

Proyectaba el mencionado baluarte, que con el tiempo pasaría a llamarse de San Lorenzo, con una estructura muy sencilla: una planta irregular para adaptarse al terreno, con apenas una cortina perimetral que uniese los principales enclaves donde se ubicaba a la artillería. Ni foso, ni escarpa, contraescarpa, glacis, albarranas, ni nada similar. Sin duda, el ingeniero Torelli consideraba como principal elemento defensivo el propio mar a cuya orilla habría de edificarse. A pesar de su simplicidad, las piezas, estratégicamente situadas, podrían impedir cualquier ataque a los muelles procedente del oeste. O eso era al menos lo que él pensaba.

Completaba el proyecto de fortificación de Málaga con una batería a poniente del Torreón del Obispo, otra en Puerta Oscura y un parapeto ciñendo el contramuelle para proteger al interior del caserío en el caso de que la dársena fuera tomada por naves hostiles. El presupuesto provisional alcanzaba según este ingeniero los cien mil ducados, precisando, en su opinión, unos dos años para terminarlo.

En otro informe anexo, conservado en el Archivo General Militar de Madrid, explicaba que las obras podrían dirigirse por técnicos de la propia ciudad a los que suponía capacidad suficiente, dada además la simplicidad de las reformas que aconsejaba emprender.

Remitido el proyecto y analizado su contenido por quienes tenían la responsabilidad de aprobarlo, pidieron un detenido informe al gobernador de la plaza para que opinase sobre la propuesta de Torelli y corroborase las deficiencias defensivas que denunciaba el ingeniero. Lamentablemente, y una vez realizado y enviado el estudio que se le había pedido, la resolución final fue dilatándose en el tiempo, sin duda por la tradicional lentitud de los procedimientos administrativos al uso.

Mientras tanto en Málaga, la Junta de Fortificación creada al efecto para dirigir y administrar los caudales de las obras, vistos los informes del gobernador, del Ayuntamiento y del Consejo de Guerra y estudiado el proyecto del ingeniero Hércules Torelli el 21 de marzo de 1695, dictaminó la necesidad de las defensas propuestas, no solo por sus implicaciones militares sino como protección del caserío ante las inundaciones del Guadalmedina.

La misma Junta proponía, una vez más, los arbitrios con los que podría ejecutarse un proyecto tan costoso, aunque todo lo edificado sería inútil si en el caso de producirse *una invasión de enemigos, si no se previene de las armas correspondientes*. Aún se dilatarían los trámites por espacio de varios años hasta aprobarse el proyecto: al fin, los trabajos se iniciaron el 12 de enero de 1697, tres años después de haberse presentado.

Terminando el siglo y la decadente monarquía del último de los Austrias las obras del fuerte aquí analizado estaban ya muy avanzadas, finalizándose por completo con el inicio de la nueva centuria.

Inaugurado en 1701, según recoge en sus *Décadas Malagueñas* Joaquín M. Díaz de Escovar, fue levantado con sus correspondientes troneras y merlones que cubriesen a los artilleros. Del resto de las reformas aconsejadas por Torelli para completar las defensas urbanas poco se hizo.

### **EL CASTILLO DE SAN LORENZO**

Como consecuencia de lo analizado en las páginas precedentes podemos afirmar que este baluarte fue una fortaleza típica del siglo XVIII, ya que nació y prácticamente murió en dicha centuria.

#### **Su construcción: el orto**

Presentaba una planta irregular con dos bastiones unidos por una cortina, no proyectados por Torelli pero sí añadidos a la hora de su edificación; lo que le definiría más como hornabeque dada su escasa envergadura. Estuvo situado delante de las Atarazanas, en la misma orilla del mar. El muro más largo lindaba con el Guadalmedina y alcanzaba una longitud de algo más de ciento cincuenta metros. Se accedía al interior por puerta trasera situada en la gola frente al Hoyo de Esparteros; si bien, más tarde se trasladó su entrada unos metros hacia el este, ya que cuando el torrente se desbordaba el agua penetraba en tromba dentro del recinto. En el interior del castillo, los habituales almacenes y las habitaciones precisas para la tropa completaban el conjunto. Tras entrar en servicio fue dotado de suficiente número de piezas servidas por una compañía de inválidos del Cuerpo de Artillería.

La cartografía militar de la época así lo recoge, como en el plano del ingeniero militar y director de las obras portuarias Bartolomé Thurus, desplazado a esta ciudad en 1716 para realizar un proyecto sobre la ciudad y su puerto. Thurus terminó su estudio al año siguiente, dedicando un interesante capítulo a la fortificación y defensa de Málaga y al propio hornabeque aquí analizado (Fig. 4).

Cuando se produjo el fallecimiento del director de las obras y ante las críticas que el proyecto en curso despertaba, Felipe V ordenó al ingeniero general Jorge Próspero de Verboom que viniese a Málaga para inspeccionar sus muelles, la acción del Guadalmedina y el estado de las defensas. En su propuesta, finalizada en 1722 y aprobada por el Rey cuatro años después, resaltaba la importancia del castillo al tiempo que criticaba las carencias en el resto de las fortificaciones de la ciudad.

Referido al fuerte aquí analizado aconsejaba algunos arreglos en un apartado que tituló: *La poca defensa que tiene el hornabeque llamado de San Lorenzo, la forma en que se puede en algo remediar contra un insulto y componer la Torre Gorda y el Torreón del Obispo para el resguardo de la playa y troncos de los muelles*.

En concreto, informaba del riesgo que supondría el que tropas enemigas desembarcaran al oeste del San Lorenzo y pudieran tomarlo por la gola, *donde solo tiene una pared con su puerta muy sencilla y su ala derecha tan baja y sin defensa que no sería dificultoso insultarle*. Aconsejaba levantar más aquel muro y construir hacia su mitad un nuevo bastión para proteger la zona, construyendo un tambor con rastrillo en la entrada trasera. Evidentemente, y a pesar de lo acertado de la propuesta, nada se hizo.

Su proximidad al mar obligó ya desde las primeras décadas del Dieciocho a permanentes trabajos de recalces en las cimentaciones, por culpa de la misma acción del oleaje que amenazaba con derribar su cortina anterior.

De hecho, en noviembre de 1727, el ingeniero director de las obras portuarias Juan de La Ferrière informó al marqués de Verboom de las reformas que se habían realizado en el castillo hacía un año, así como de los importes que alcanzaron. Todo ello en cumplimiento de *la orden del Sr. Marqués de Castelar de reparar el referido fuerte de San Lorenzo con los caudales del muelle*.



Figura 4. Proyecto del puerto y fortificación de Málaga por Bartolomé Thurus (1717), Ministerio de Defensa. Archivo del Museo Naval, Sig. 41-27.

En 1736, fue el ingeniero Ignacio Sala quien escribió al secretario de Estado José Patiño sugiriéndole la conveniencia de recalzar el fuerte de San Lorenzo, dos o tres pies más bajo que la más bajamar, respecto que el frente de este fuerte, y aun sus costados (no obstante estar resguardado con su zarpa o escollera) ha sido preciso recalzarlo algunas ocasiones, según estoy informado.

El propio ingeniero aconsejaba acometer algunos arreglos muy urgentes que, aprobados por S.M., importaron 3191 reales. Una situación que continuamente se repetía, obligando a crecidos dispendios a las arcas de la Real Junta de Obras del Puerto y Muelle. Y es que en 1741 aún podemos apreciar en la cartografía de la época, cómo este baluarte seguía levantado en la misma orilla del mar que de continuo socavaba su base (Fig. 5).

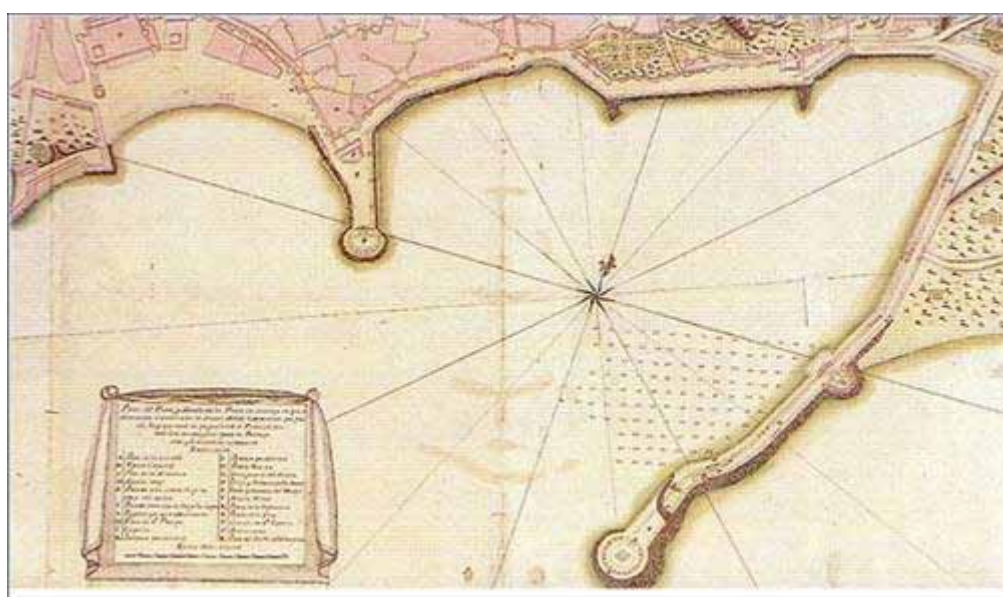


Figura 5. Plano de la fachada sur de Málaga con el castillo de San Lorenzo junto al mar (1741), Ministerio de ECD. Biblioteca Nacional, Material cartográfico, Sig. 479.

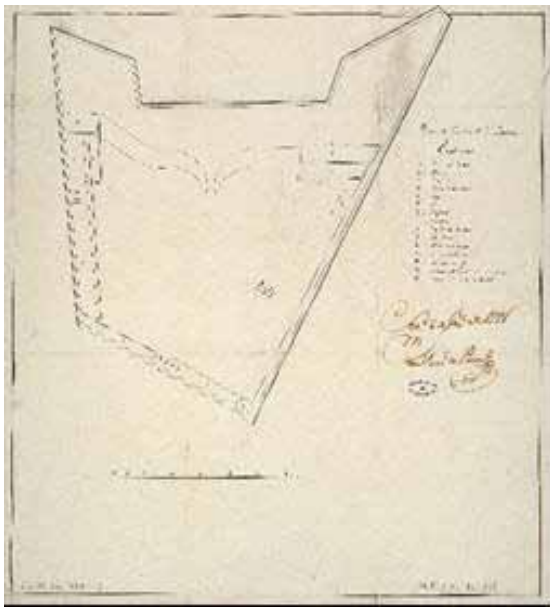


Figura 6. Planta del castillo de San Lorenzo, por Juan Manuel de Porres (1758), Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 15-186.

Sin embargo, con el paso de los años la dinámica litoral de sedimentos marinos y los depósitos aluviales del cercano río Guadalmedina fueron creando delante del fuerte un playazo que, aumentando con el tiempo, acabaron con el problema del deterioro del asiento de sus muros. No obstante provocaron otro: alejaba de tal manera la protección de sus fuegos al antepuerto y a los muelles que su utilidad por el insuficiente alcance de la artillería le hacía prácticamente inútil, siendo esta la causa última de su derribo un siglo después de haberse construido.

En cualquier caso, las reformas y proyectos sobre el fuerte continuaron. Los más importantes proceden del reinado de Fernando VI, entre 1758 y 1759, en un expediente conservado en el vallisoletano Archivo General de Simancas. En las fechas citadas, las autoridades militares encargaron el estudio para levantar una sala de armas en el interior del San Lorenzo, elemento tan necesario al igual que otras instalaciones militares para acuartelar a las tropas que constantemente llegaban a nuestra ciudad.

En esa fecha, Maximiliano de la Croix envió un informe al ministro Ricardo Wall en el que tras recordarle la escasez en Málaga de cuarteles, absolutamente endémica, pasaba a

exponerle el proyecto que había elaborado el ingeniero Juan Manuel de Porres, comandante del Departamento de Artillería de Andalucía (Figs. 6, 7, 8).

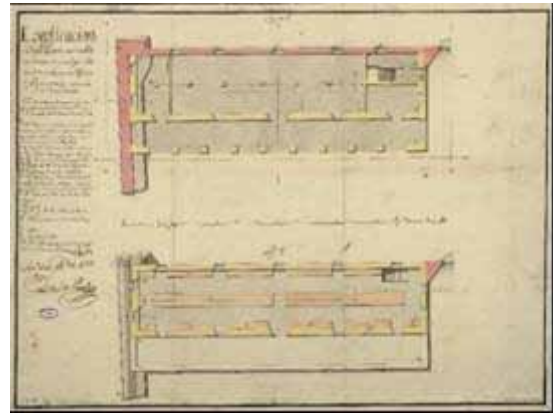


Figura 7. Planta de una sala de armas en el San Lorenzo, por Juan Manuel de Porres (1758), Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 8-194.

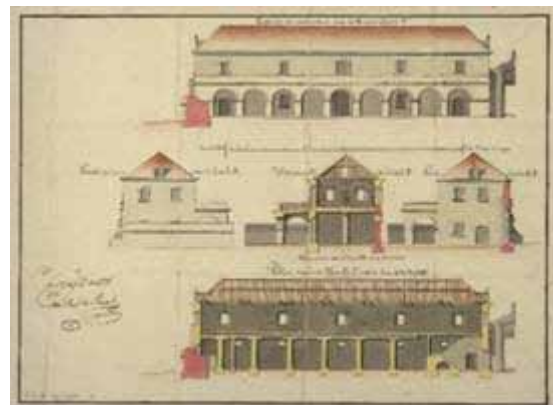


Figura 8. Alzado y secciones de la sala de armas, Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 8-195.

En él proponía construir en el San Lorenzo un recinto con capacidad para nueve o diez mil fusiles, situándolo en la gola occidental de castillo. La Croix solicitó igualmente la opinión del comandante de ingenieros de Málaga José Muñoz que opinó favorablemente sobre el proyecto presentado, si bien elaboró uno propio, basado en el anterior, en donde la principal diferencia se refería a los costos por los materiales empleados y a la altura de los parapetos. Lo que presupuestaba en el suyo arrojaba una importante diferencia económica al alza.

Así, mientras que el proyecto de Porres alcanzaba los 65 475 reales de vellón, el de Muñoz ascendía a los 112 400. Como decimos, la discrepancia económica de ambos presupuestos se centraba en la cantidad de mampostería precisa, así como de ladrillos y empedrados. Además recogía una regulación de los precios de los materiales en el primer proyecto (más bajos) a los costos que tales materiales alcanzaban en la ciudad malagueña. Tampoco tenía en cuenta la primera de las propuestas los gastos de la excavación para la cimentación ni otras partidas menores, con lo que sumando todas las cantidades arrojaba la diferencia señalada anteriormente.

En cualquier caso, no hemos encontrado hasta este momento la precisa documentación que nos permita afirmar que las modificaciones en el interior del castillo se llevaran finalmente a cabo, antes bien comienzan a aparecer poco después algunas voces que se alzaban en contra de la utilidad del hornabeque aconsejando su derribo.

#### Su demolición: el ocaso



Figura 9. Plano de la parte meridional de Málaga por Francisco Gozar (1774), Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 53-16.

Basándose en dicha normativa, el Ayuntamiento sugería edificar los necesarios alojamientos, en lugar de la parte delantera de las Atarazanas, en el solar del San Lorenzo tras su demolición dejando libre el resto de los terrenos de playa. Y precisamente, las razones que aludía eran las mismas que venimos comentando, esto es *que la retirada del mar ha constituido deste (sic) en términos de que su artillería no alcance a defender la plaza y que habrá de necesitarse al propio objeto por delante de él a la lengua del agua*. Además, de edificarse los consabidos cuarteles en la zona

del fuerte, el muro que lindara con el río debería hacerse de la suficiente firmeza como para evitar los frecuentes desbordamientos del río Guadalmedina de tan trágicas consecuencias.

Tampoco en esta ocasión las gestiones que se realizaron tanto en el Consejo de Castilla como en la propia Corona dieron el fruto deseado, con lo que el hornabeque prosiguió mermando su eficacia al alejarse, cada vez más, la línea de costa del alcance de sus fuegos.

Aún aparece un completo expediente referido al castillo de San Lorenzo a finales de 1783 y conservado en el Archivo General de Simancas. José de Veciana, gobernador de Málaga y presidente de la Junta de Obras, atendía la propuesta formulada por el Banco Nacional de San Carlos y encargaba al director de las obras portuarias, el ingeniero militar Joaquín de Villanova, la realización de un proyecto que a pesar de su simplicidad prometía grandes beneficios. Esto es, el trazado de una cañería para transportar agua desde la noria situada en el interior del baluarte hasta la misma orilla de la playa, junto al puerto, a fin de facilitar la aguada de los buques que abastecían a los Presidios, a los que había que llevar casi de todo, incluyendo el agua potable, sobre todo en los meses estivales (Fig. 10).

Villanova realizó un estudio de canalización que firmó el 30 de diciembre de 1783, alcanzando el presupuesto la cifra de 3985 reales de vellón. También, por cierto, el mismo estudio le fue encargado a José Martín de Aldehuela, según recoge en uno de sus libros la profesora Rosario Camacho.

En enero del año siguiente, José de Veciana le pasaba el expediente que se conserva en el Archivo General de Simancas al conde de Gausa, titular de la Secretaría de Guerra, aludiendo a las ventajas que a la real hacienda producirían estas obras. Además, aprovechaba para recordarle el problemático estado del hornabeque y las reparaciones que necesitaba, recomendando iniciarlas al mismo tiempo que el levantamiento de la cañería por los ahorros en los costos que esto suponía.

En febrero de 1784, Miguel de Gálvez escribía de nuevo al conde de Gausa informándole de que, siguiendo su propio consejo, Carlos III se había negado a aprobar la propuesta de Villanova a pesar de su simplicidad, escaso importe e indudable

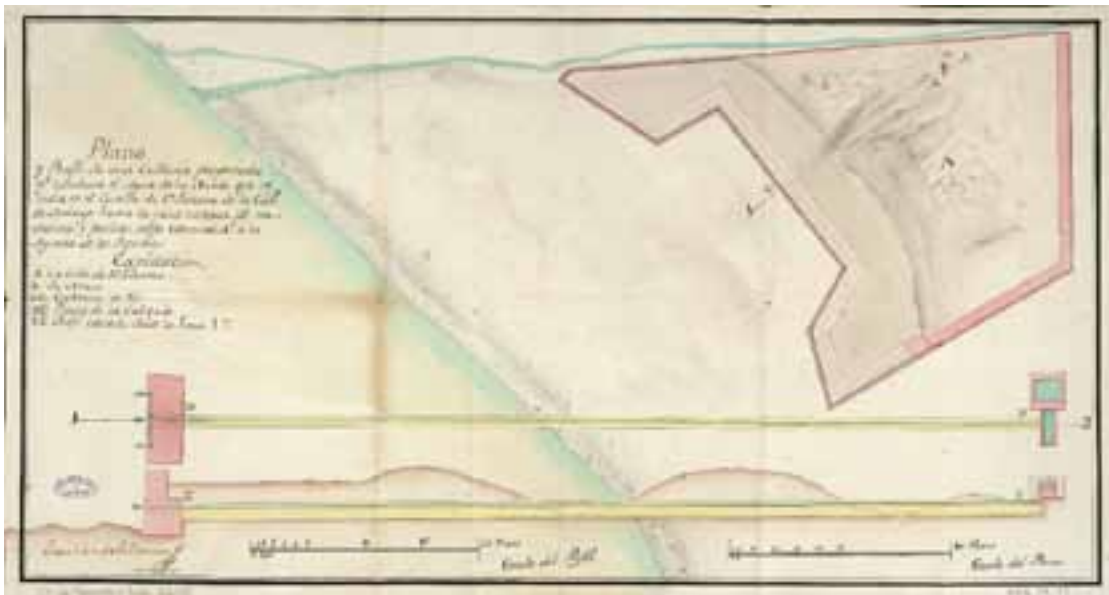


Figura 10. Planta y alzado de la cañería proyectada por Joaquín de Villanova (1783), Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 59-61.

servicio. Y es que ya estaba prevista la construcción en la Alameda, antes comentada, de una fuente que, con conocimiento y por dirección mía, se trata de construir en la inmediación del mar, no muy distante del enunciado castillo, se podría excusar la referida cañería.

La traída de agua a Málaga mediante el acueducto de San Telmo, sufragada por el obispo Molina Lario, iba a llegar al mismo paseo

y dársena de la ciudad, con lo que se podría proveer de agua los barcos de los Presidios y demás buques del puerto. Además, Miguel de Gálvez recordaba que el proyecto de la Alameda malagueña contemplaba que desde la fuente que se halla al pie de la Alcazaba se saque un ramo de cañería para conducir agua a un depósito o cisterna subterránea que se colocará arrimado a la parte exterior de la muralla, y de allí conducirla al propio muelle.

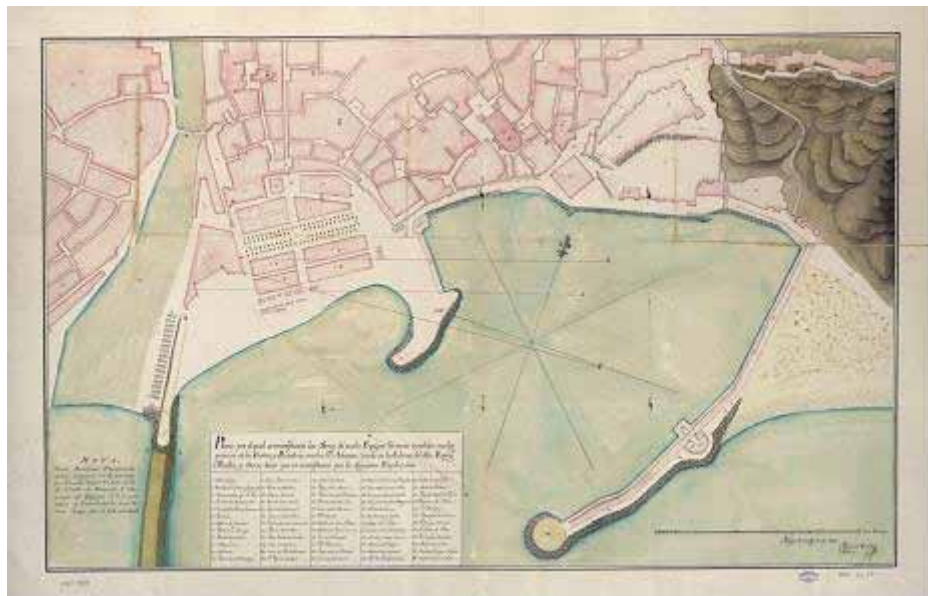


Figura 11. Plano de los terrenos vendidos en la Alameda por Miguel del Castillo (1790), Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 60-63.

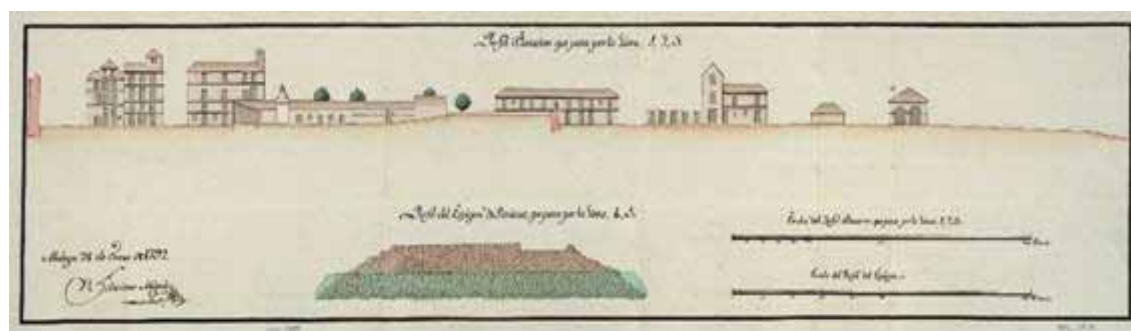


Figura 12. Plano de la urbanización sur de Málaga, por Feliciano Miguez (1792), Ministerio de ECD. Archivo General de Simancas, MPD, Sig. 65-8.

Todo esto nos indica que la urbanización de la fachada sur malagueña se había acometido siguiendo la política ilustrada de los ministros de Carlos III. De ello aparecen numerosos testimonios de los ingenieros y arquitectos que comenzaron a planificar las manzanas de los edificios que en estos espacios habrían de construirse. También en la orilla del Guadalmedina, aunque para completar este proceso era preciso derribar el castillo de San Lorenzo (Fig 12).

Destacamos sobre otros avances en la preparación de los terrenos, el proyecto que realizado por el arquitecto Miguel del Castillo y Nieva en el verano de 1790 recogía los progresos del nuevo espigón del río y en los solares ya vendidos a particulares en la Alameda (Fig. 11). También la propuesta sobre la ubicación de las baterías que habrían de levantarse para proteger la entrada a los muelles en las cabezas de ambos diques y en la del propio espigón, aún sin terminar.

En el plano de Castillo se basó la petición que formulada poco después por Luis Rigal de la Pradera pretendía los terrenos del San Lorenzo al que poca vida le quedaba.

El expediente, conservado en el Archivo General Militar de Segovia, recoge que a cambio se comprometía a levantar a su costa las nuevas fortificaciones de marina y los cuarteles que en la ciudad resultaban tan precisos. Incluso, la Real Junta de Fortificaciones propuso a Rigal que construyese un nuevo hornabeque semejante al San Lorenzo, a la izquierda del espigón del río, adelantándolo hasta la misma orilla del mar. El gobernador y presidente de la Junta apoyaba la oferta, la cual tras unos farragosos trámites y una intensa relación epistolar no fue autorizada por la corona.

Sin embargo, el progreso urbanístico continuaba y, al fin, en el cabildo municipal celebrado el 3 de septiembre de 1800, el presidente de la Junta de Reales Obras y capitán general Rafael Vasco comunicó al Ayuntamiento la próxima salida a subasta de los terrenos de la denominada Torre Gorda y del castillo de San Lorenzo según se había solicitado. En el mes de mayo de 1802 hubo una propuesta de trasladar la Cárcel Real, que estaba en muy mal estado, a los terrenos del baluarte debido a *que se están subastando*. En el cabildo del 10 de junio del mismo año, el gobernador ordenó almacenar la artillería del castillo en las Atarazanas *como consecuencia de la demolición*, una vez aprobada por Manuel Godoy. En cualquier caso, aún habría que esperar la orden de derribo, antes de acometerse la enajenación de los solares.

En ese mismo año, un interesante plano del ingeniero Francisco de Orta, conservado en el Archivo General Militar de Segovia, replanteaba el terreno en la superficie que aún ocupaba el San Lorenzo, incluyendo un paredón a lo largo del Guadalmedina (Fig. 13).

El paredón aludido, de algo más de 300 metros de longitud y 2,5 de alto, iba destinado a evitar que las tradicionales avalanchas del río penetraran en las casas de la zona recién urbanizada. Lo más interesante de lo propuesto por el ingeniero Orta y Arcos era la cimentación de la obra. Empleaba para ello un sistema de pilotaje en la base en algo menos de la mitad de su longitud, con cinco hileras de troncos que trabados longitudinal y transversalmente formaban unas sólidas cuadrículas capaces de soportar el murallón. El refuerzo de dicha base, debido a su proximidad a la mar, resultaba esencial para resolver los problemas que la



Figura 13. Planta de edificaciones en terrenos del San Lorenzo, por Francisco de Orta y Arcos (1800), Ministerio de Defensa. Archivo General Militar de Segovia, carpeta 37, Sig. 383.

naturaleza del terreno podría ocasionar en su propia estabilidad.

Una parte de estos pilotes ha aparecido en estos días en las excavaciones que acaban de finalizar en la Alameda malagueña exigidas por la construcción del Metro. El costo total de la obra, aprobada poco después, ascendía a 264 242 reales de vellón. Todo esto nos indica que el hornabeque en cuestión carecía ya en estas fechas del más mínimo interés militar. Quizás por ello, la orden para su demolición, que hallamos en el Archivo de la Autoridad Portuaria de Málaga, llegó firmada por Manuel Godoy el 26 marzo de 1802.

Esta orden permitía la venta de los terrenos resultantes para construir con su importe cuarteles de infantería y caballería de los que tan necesitados estaba la ciudad, aunque bien es cierto que el derribo del baluarte no se hizo de manera inmediata ni el destino final fue el señalado. Buena parte de esta documentación se conserva en el Archivo Histórico Provincial de Málaga, en la Escribanía de Juan de la Sierra.

Naturalmente y como terminamos de ver, el solar del San Lorenzo una vez consumado su derribo le hacía especialmente apetecible en el urbanismo malagueño, por lo que desde el primer instante las personas con posibles mostraron su interés por alzarse con algunas de las parcelas (Fig. 14). Conviene no olvidar que como dijimos, ya en 1783 se había iniciado

la urbanización de la Alameda después de las disposiciones de Carlos III. El Rey seguía la política ilustrada de sus propios ministros, concediendo *el real permiso para componer y adornar con arreglo al plan y proyecto que ha formado el ingeniero D. Fernando López Mercader la Puerta del Mar y su playa convecina.*

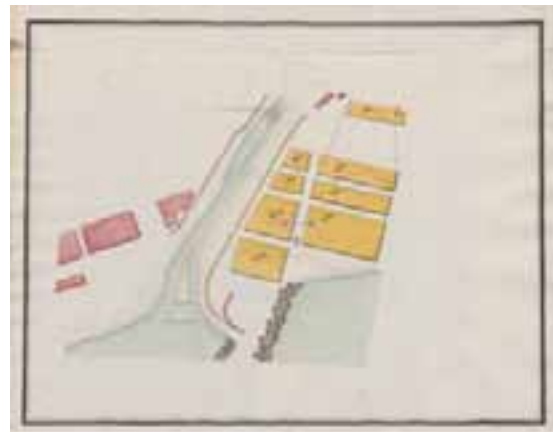


Figura 14. Plano de ocho manzanas de edificios en terrenos del San Lorenzo (1803), Ministerio de Defensa. Archivo General Militar de Segovia, Sig. 3ª, leg. 85.

En cualquier caso, los trámites iban lentos. En el mes de abril de 1808, el monarca solicitó información sobre el estado del proyecto de la urbanización del solar que ocupara

el San Lorenzo. No obstante, los trágicos sucesos que estaban por llegar, a partir del 2 de mayo dilataron los trámites hasta 1817, destinándose parte de los ingresos obtenidos con la enajenación de los terrenos a financiar los caminos que iban construyéndose entre nuestra ciudad y la de Granada.

Por ejemplo, el 10 de julio del año citado, el gobernador Rafael Trujillo informó a la ciudad del remate de una parcela a favor del empresario malagueño Manuel Agustín Heredia en la cuarta manzana de la superficie que ocupara el San Lorenzo, *en el paraje de la playa, frente de la noria de la aguada*, lo cual nos demuestra que su derribo se había consumado por completo. Heredia se comprometía a edificar en su lugar una fábrica de jabón, aunque años más tarde, dado el estratégico lugar que ocupara, se dedicara a otros fines.

En el cabildo municipal que tuvo lugar el 23 de julio de 1821 se vio un informe del regidor decano Antonio de la Rocha para que, una vez verificado el remate *de los terrenos adyacentes al demolido castillo de San Lorenzo que se van a subastar, no se celebre más escritura que un certificado del secretario de este cuerpo*.

Con la subasta reseñada quedaba expedito el terreno para poder urbanizar en los años siguientes hasta casi la misma playa, la que se dio en llamar *Alameda de los Tristes*, actual Alameda de Colón.

### **DEL AYER AL HOY: EL METRO DE MÁLAGA Y LOS RESTOS DEL SAN LORENZO**

La prolongación de la línea del Metro en nuestra ciudad a través de la Alameda, iniciada a partir del mes de marzo de 2016, ha obligado a la construcción de los correspondientes muros-pantalla en la calzada norte del Paseo. Lógicamente, como en cualquier actuación en un centro histórico de una ciudad milenaria, la aparición de restos de edificaciones pretéritas ha sido siempre de lo más previsible (Fig. 15).

Junto a estos restos, también afloraron los del tranvía que anduvo por nuestras calles y plazas hasta los comienzos de la década de los sesenta del pasado siglo y, además, algunas tuberías del abastecimiento de agua a la capital. Esta última infraestructura de material y calidades sustancialmente distintos a los anteriores y de menor importancia para

la continuación del proyecto en curso, dada su inequívoca procedencia del Diecinueve.

Nada más iniciar las excavaciones en la zona aparecieron –como ya habían revelado las investigaciones arqueológicas preventivas–, las cimentaciones de la zona septentrional del murallón perimetral del hornabeque que hemos analizado en el transcurso de estas páginas.



Figura 15. Estudio arqueológico de la cimentación del castillo de San Lorenzo en el muro este (Cortesía del Taller de Investigaciones Arqueológicas).

Las obras han dejado al descubierto los cimientos y parte de las canalizaciones de un fragmento del San Lorenzo, por cierto en un magnífico estado de conservación (Fig. 16). Justo es reconocer, además, que dichos testimonios han recibido un tratamiento arqueológico realizado con extraordinaria profesionalidad por el cualificado personal del Taller de Investigaciones Arqueológicas, que es quien ha tenido la responsabilidad de los trabajos.



Figura 16. Restos del hornabeque desde el cerramiento norte (Cortesía P. Ponce).

En otro orden de cosas, todo este proceso ha creado una singular preocupación entre los comerciantes de la zona, al recordar lo que supuso la paralización de las obras en los Callejones del Perchel, cuando el mismo proyecto se topó con los restos de una muralla nazarí y una de las puertas de entrada a la Medina. En cualquier caso, nada que ver con lo que aquí hacían suponer las catas arqueológicas realizadas y la documentación histórica complementaria, y que hasta el momento presente confirman los hallazgos.



Figura 17. Cimentación del cerramiento norte (Cortesía P. Ponce).

Las excavaciones citadas han dejado también al descubierto en su cara oeste los pilotes de cimentación del paredón del Guadalmedina, correspondientes al proyecto que ya ha quedado recogido en el plano del ingeniero Orta y Arcos, el cual figura en las páginas que anteceden (Fig. 17).

En resumen, una fortificación, que tan importantes servicios prestó a la defensa de Málaga a pesar de su simplicidad, vuelve a resurgir de los arcanos de la Historia en el andén norte de la Alameda malagueña. Quizás para recordarnos a todos, que fue esta una ciudad codiciada y apetecida a lo largo de los siglos por quienes tantas veces intentaron su conquista.

Conquista que no pudieron lograr al contar nuestra marina con baluartes como, entre otros, el castillo de San Lorenzo: no estaría de más que cuando termine el proyecto urbanístico, algún estudioso de nuestro pasado se encargue de recordar en una placa a propios y extraños qué fue y qué hizo el hornabeque aquí analizado a lo largo de los poco más de cien años en los cuales sus troneras y banquetas defendieron a los malagueños de los ataques y rebatos que, desde la mar, frecuentemente realizaban armadas hostiles de los más variados orígenes y banderas.

## LA RECUPERACIÓN DEL CAMINITO DEL REY

Luis Machuca Santa-Cruz

Vicepresidente 1º de la Academia Malagueña de Ciencias

El presidente de la Diputación me entregó un proyecto y dijo que lo estudiase y lo construyera, en principio algo sencillo. Tres ayuntamientos de diferentes ideologías, la Diputación de Málaga lo financiaba, las competencias para su tramitación eran de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, y como afectaba al ferrocarril había que contar con la autorización del Ministerio de Fomento, concretamente con Adif. Todas las administraciones se relacionaban mediante complicados convenios:

Los ayuntamientos deberían ceder su competencia a la administración que lo construyera, que en principio sería la Junta de Andalucía, por medio de un convenio con la Diputación de Málaga que le abonaría al menos el cincuenta por ciento del coste de la obra y que construiría Pracsca. El Ministerio de Fomento firmaba a su vez otro convenio con la Junta de Andalucía y financiaría el resto de la obra.

El sistema era diabólico, imposible en aquel momento, cuando me dijeron adelante con el proyecto. Estamos en 2011, y España y concretamente todas las administraciones habían suspendido al máximo las inversiones, estábamos sumidos en una profunda crisis económica. Lejos de aparcar el proyecto lo estudiamos y propusimos olvidarnos de unos acuerdos que en las circunstancias ya descritas lo harían inviable. Aquel proyecto se había empezado a tramitar en la Delegación de Agricultura y Medio Ambiente y para su aprobación necesitaba la *Autorización Ambiental Unificada*, que tenía una serie de condiciones que hacían imposible el cumplimiento del proyecto que me habían entregado.

Podía parecer que, como en muchas ocasiones pasa, el departamento de la administración implicada, en este caso la Delegación de Agricultura y Medio Ambiente, ponía todas las trabas posibles a un proyecto para que no se construyera, pero no fue así. Estuvo siempre dispuesta a colaborar si seguíamos el guión marcado.

Nos planteamos un nuevo proyecto que es el que hemos construido con los siguientes objetivos:

1. Mantener el paisaje actual y actuar en este sin dañar el medioambiente. Estamos en un lugar que es realmente monumental, es un patrimonio natural único.

2. Dejar el viejo camino y valorarlo como arqueología industrial.

3. Es igualmente importante no olvidar el impacto humano en el lugar y la zona que le rodea cuando el camino sea abierto. Nosotros planteamos un planeamiento especial para determinar las necesidades de infraestructuras y equipamientos. Así como situar los espacios de interés en el área de influencia del Caminito del Rey en los tres municipios, Ardales, Antequera y Álora.

4. Resolver la complejidad del proyecto con un razonable y moderado presupuesto y hacerlo con sencillez de diseño.

El proyecto ha sido un desafío. El Caminito del Rey era conocido como uno de los lugares más peligrosos del mundo. Se cerró al público en los años 90 del pasado siglo, hicieron volar ambas entradas. Después de su rehabilitación se ha abierto. Durante más de veinte años ha sido visitado solamente por aquellas personas que les gusta los deportes de riesgo y alpinistas, triste hazaña para los que murieron.

El lugar y su entorno más próximo, es rico en asentamientos arqueológicos, geológicos, fauna y flora. No menos importante son sus valores antropológicos por las habitaciones halladas en las cuevas y abrigos existentes usados hasta hace poco. Pero lo más impresionante es el paisaje, frágil y fuerte a la vez. La solución para un proyecto en un lugar como es el Desfiladero de los Gaitanes está en redactarlo con humildad, es imposible competir con el paisaje. Por tanto, debía resolver la complejidad del proyecto de tal manera que formara parte del lugar, como si hubiera estado allí siempre.



Desfiladero de los Gaitanes.

Así mismo, creí importante preservar la historia del viejo Caminito del Rey y conservarlo por su valor arqueológico del lugar, parte de la arqueología industrial del entorno. Además la literal conservación de los balconillos hoy sería imposible porque no cumpliría con los reglamentos y normativas de seguridad vigentes.

El viejo camino, con más de cien años desde su construcción, fue muy importante para las personas que trabajaban en la presa, como para sus familias que transitaban por él diariamente. El Caminito del Rey, inicialmente conocido por los balconillos, ahorraba un largo camino al personal que trabajaba en la presa del Conde de Guadalhorce y que conecta esta con la central hidroeléctrica, a siete kilómetros de distancia. Don Rafael Benjumea fue el ingeniero de la presa y el rey Alfonso XIII le concedió el título de conde. También en los proyectos de las presas, el camino, los canales y el fantástico puente acueducto, fueron responsables don Leopoldo Werner, conde de San Isidro y don José Ribera.

La decisión de mantener el viejo camino nos permite apreciar y valorar las condiciones en las que fue construido: los recursos humanos, materiales e instrumental que utilizaron los trabajadores hace más de cien años, 1905.

Aquellos trabajadores eran, según los cronistas de la época, gente de la mar acostumbrados a trabajar colgados por cuerdas. Utilizaban machotas, cinceles, raíles de ferrocarril con los que formaron escuadras empotradas en la roca y los ladrillos macizos y el mortero de cal con el que lo finalizaron. Para el transporte de materiales utilizaron las caballerías yendo por las cumbres de los escarpes.



El nuevo y el viejo Caminito del Rey.

La idea, como siempre, está en el lugar. En este caso en el mismo sistema de construcción del viejo camino. La diferencia entre lo que fueron capaces de hacer aquellos trabajadores con un rudimentario instrumental y nosotros es que hemos podido contar con especialistas en trabajos verticales, como escaladores y espeleólogos, que han utilizado taladros, resinas para los anclajes y un helicóptero, que tiene mayor facilidad, rapidez y seguridad que las caballerías. También experimentamos con mulas pero en seguida comprobamos que el rendimiento y ayuda que prestaba el helicóptero era mucho mayor y, a la postre, más económico.

El material que hemos utilizado en la recuperación del camino es acero inoxidable en mallas, cables, anclajes, jabalcones, pletinas y también madera en vigas y pavimento.

El diseño de las pasarelas consiste en un cuerpo orgánico, como un mecano que se va adaptando al escarpe, a la topografía vertical, mas bien parece un ciempiés que pasea a lo largo de las gargantas y los bordes del canal y que cuando llega al final del Desfiladero de los Gaitanes salta a la pared de enfrente, al margen izquierdo del río.



Diseño de las pasarelas.

He diseñado un puente ligero, colgante de dos catenarias de acero y suelo de rejilla de tramex. A poco más de cincuenta metros de distancia el puente se pierde de vista y parece que van flotando los visitantes. Desde allí podemos apreciar no sólo un extraordinario paisaje sino la magnífica obra del puente acueducto de José Ribera.

El puente acueducto de hormigón armado se encuentra en pésimas condiciones, su rehabilitación obligaría a demolerlo y repetir la solución dada por Ribera. El hormigón está completamente carbonatado y las armaduras o falsas cimbras muy oxidadas.

Es importante resaltar que el viejo camino murió cuándo perdió su utilidad, eso ocurre casi siempre en la arquitectura de la ciudad y en las conexiones del territorio.

Ahora hemos recuperado el Caminito del Rey como reclamo turístico y muchos visitantes vienen de todas las partes del mundo y pueden disfrutar de lo que ha sido un paraíso perdido durante décadas, un maravilloso paisaje.

Pueden sentir la emoción de pasear dentro de las gargantas de Gaitanejo y los Gaitanes como si pasearan por las cornisas de una catedral, a veces a más de cien metros de altura por las escarpadas paredes, o bien por la parte del camino que discurre dentro del bosque en el Valle del Hoyo. En la mediación del recorrido del valle se ha preparado un pequeño embalse para preservar el ecosistema del pequeño sapo, el sapillo pintojo, así como un refugio para murciélagos.



El paisaje desde el Caminito del Rey.

En la solución de las pasarelas cada pieza tiene utilidad, hasta la más pequeña. No hay piezas ornamentales, nada es superfluo. El presupuesto del proyecto lo estimamos en tres millones cien mil euros pero el coste final de la obra ha sido dos millones seiscientos noventa mil euros. Y las principales ventajas del sistema han sido:

- Este sistema hace que la intervención en la roca sea mínima, sólo dos taladros por pie derecho. Uno en la zanca y otro en el tornapunta. La intervención tiene un carácter reversible. En caso de suprimir la nueva pasarela, el entorno queda inalterado, bastaría con retirar los anclajes.
- Los elementos del conjunto son muy ligeros y permiten el fácil acopio en el entorno natural, y una maniobrabilidad máxima con el mínimo de operarios.
- La seguridad en la ejecución y puesta en obra es máxima al apoyarse en el camino histórico para ejecutar los elementos.

- El piso de madera se recorta según la situación de la roca en cada punto, permitiendo una adaptabilidad excelente en cualquier caso con una misma facilidad en la puesta en obra.

- En caso de algún desprendimiento puntual de rocas, al disponer el suelo del conjunto mediante listones independientes bastaría con reparar el listón o listones afectados, lo que se haría de manera rápida. Al mismo tiempo la rotura de uno de los listones no impide el paso a través de la vía.

- No produce residuos. Las piezas vienen preparadas desde el taller. Sólo habría que adecuar los listones del suelo al contorno resultante de la roca mediante el corte de la madera.

- La estructura de madera se mimetiza con el entorno. Al ser un material natural, con el paso del tiempo se decolora hacia el gris confundiendo en el escenario natural.

#### **Nota de la Editora**

*El Proyecto de Rehabilitación del Caminito del Rey ha recibido el reconocimiento de la Unión Europea con el Premio UE de Patrimonio Cultural Europa Nostra, que se une a la Placa al Mérito Turístico en Destinos Emergentes, concedido por el Consejo de Ministros y al de la XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo, en la categoría Urbanismo: Paisaje y Ciudad.*

## EL MOVIMIENTO EN MASA DE BREZ (PICOS DE EUROPA, CORDILLERA CANTÁBRICA)

Augusto Rodríguez García<sup>1</sup>, Francisco Nozal<sup>2</sup> y Ángela Suárez Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico y Minero de España, León. <sup>2</sup> Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Trabajo premiado en la XIV Reunión Nacional de Geomorfología, Málaga 2016

### RESUMEN

El movimiento en masa de Brez se localiza en la vertiente meridional del macizo de Ándara (Picos de Europa, Cordillera Cantábrica). Esta vertiente presenta un tramo superior, fuertemente escarpado, constituido por una sucesión carbonatada y un tramo inferior, débilmente escarpado, formado por una sucesión siliciclástica. La diferente resistencia mecánica entre estas dos sucesiones y la incisión de la red de drenaje (río Deva) han dado lugar a numerosos movimientos en masa, entre los que destaca el de Brez. Este movimiento es complejo y múltiple (presenta distintos mecanismos de propagación y fases de movimiento): los depósitos más antiguos se relacionan con un gran deslizamiento rocoso carbonatado con baja deformación y una gran avalancha de rocas muy deformadas, mientras que los más recientes son deslizamientos y avalanchas de rocas de menores dimensiones. Los depósitos más antiguos tienen valores estimados de 1132 m de desplazamiento mínimo horizontal acumulado y  $266 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de volumen, tratándose de uno de los mayores movimientos de la Cordillera Cantábrica. La actividad del movimiento es relativamente larga: la presencia de derrubios de ladera fosilizando la cabecera del movimiento (dispuestos en capas en abanico a contrapendiente y cementados), la desconexión del movimiento con el actual relieve (situado en un interfluvio) o los movimientos más recientes (relacionados con la incisión de la red de drenaje y la desestabilización y desmantelamiento de los depósitos iniciales) indican un largo periodo de actividad, desde el movimiento inicial hasta los procesos de desmantelamiento más recientes. Desde 1972, existen evidencias de que estos procesos de desmantelamiento constituyen un peligro

geológico para la población de Brez y sus infraestructuras. En este trabajo se presenta la cartografía geomorfológica del movimiento en masa de Brez, se proponen los diferentes procesos (gravitacionales y relacionados) que lo han generado, así como su cronología relativa.

**Palabras clave:** movimiento en masa complejo, deslizamiento rocoso, avalancha de rocas.

### INTRODUCCIÓN

El movimiento en masa de Brez destaca por sus dimensiones, tratándose de uno de los mayores movimientos de la Cordillera Cantábrica (AYALA et al. 1988; ADRADOS et al. 2010). Los movimientos en masa son procesos geológicos que pueden llegar a ser un riesgo cuando se producen en zonas habitadas. Desde 1972, existen evidencias de procesos de inestabilidad gravitacional asociados a este movimiento que constituyen un peligro geológico para la población de Brez y sus infraestructuras (CENDRERO UCEDA y SAIZ DE OMEÑACA 1973).

En este trabajo, a partir de cartografías previas (MARQUÍNEZ 1978; NOZAL 2008; RODRÍGUEZ GARCÍA y SELA DEL RÍO 2009) y trabajo de campo, se presenta una nueva cartografía geomorfológica del movimiento en masa de Brez. En base a este mapa, se proponen las diferentes formas y procesos (gravitacionales y relacionados) involucrados en el movimiento, así como la cronología relativa de las fases de movimiento.

### ZONA DE ESTUDIO

La localidad de Brez, de 34 habitantes (INE 2012), se encuentra en el municipio de Camaleño (Cantabria). El núcleo de población

se encuentra entre 715 y 765 m de altitud, en la vertiente meridional del macizo de Ándara (Picos de Europa, Cordillera Cantábrica) y margen izquierda del río Deva (Fig. 1).



Figura 1. Panorámica del movimiento en masa de Brez desde el oeste. **Simbología:** línea blanca: superficie de deslizamiento deducida.

Geológicamente, esta vertiente presenta un tramo superior, fuertemente escarpado ( $43^\circ$  de pendiente media), constituido por una sucesión carbonatada del Carbonífero (formaciones Caliza de Montaña y Picos de Europa), y un tramo inferior, débilmente escarpado ( $24^\circ$  de pendiente media), formado por una sucesión siliciclástica también carbonífera (lutitas y areniscas del Grupo Potes). La sucesión carbonatada forma parte del apilamiento tectónico varisco de los Picos de Europa sobre la sucesión siliciclástica de la Región del Pisuerga-Carrión (Fig. 2).

## DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA

La descripción e interpretación del movimiento en masa de Brez se representa en el mapa y corte geomorfológicos de la Figura 2. A continuación se describen sus tres afloramientos más representativos.

En el **Collado de las Vegas** (Fig. 3A) aflora una serie de brechas carbonatadas, angulosas y con escasa matriz cementada. Estas brechas se pueden diferenciar en dos unidades, una superior constituida por clastos centimétricos bien estratificados en capas en abanico y a contrapendiente (dc), y una unidad inferior heterométrica formada por clastos desde decimétricos a métricos (A2). Por encima de este collado se encuentra la Cuesta Parbolí;

se trata de una superficie plana, inclinada, erosiva (modelada en la Caliza de Montaña) y con un escarpe en su límite inferior.

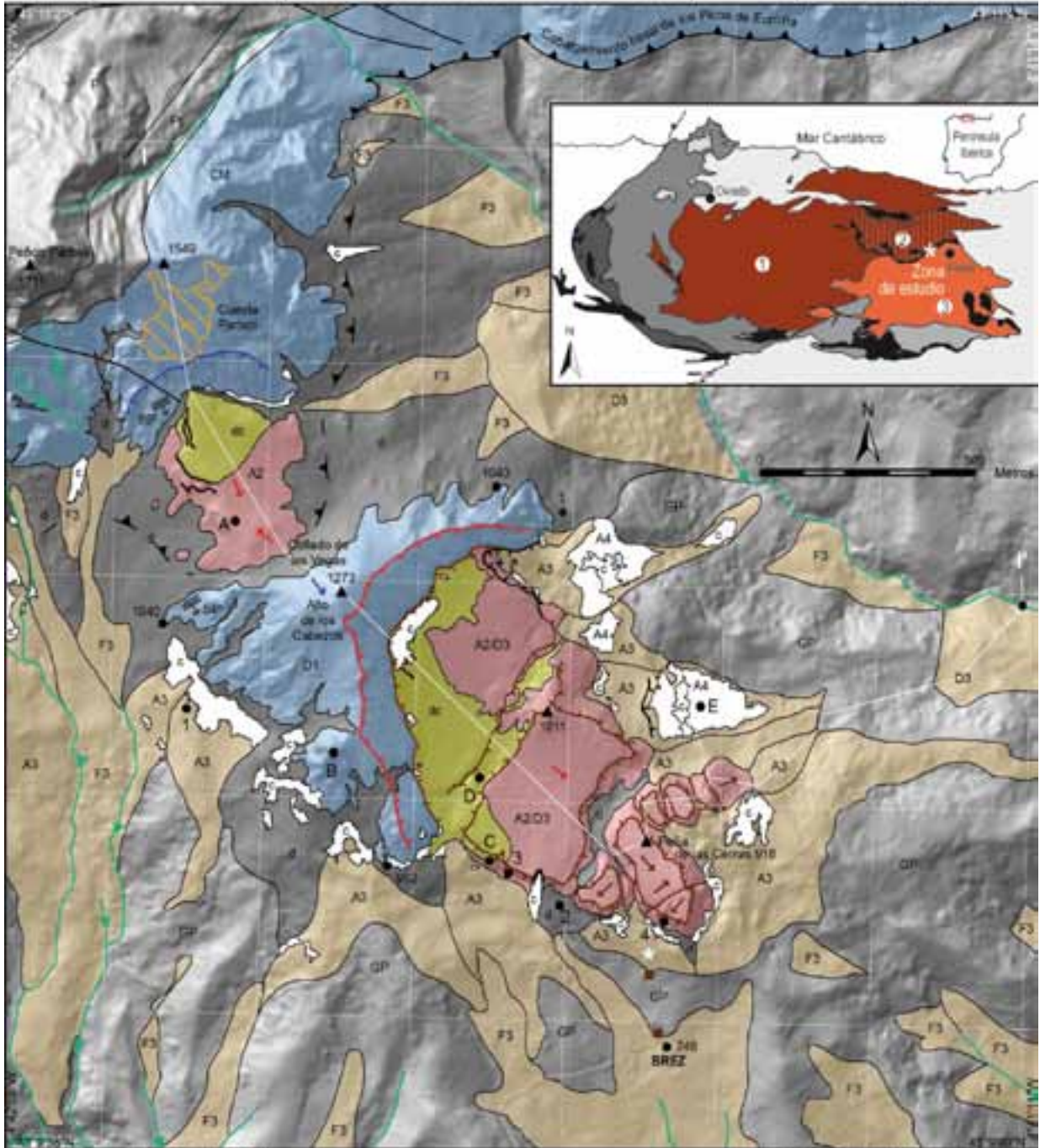
El **Alto de los Cabezos**, 1273 m (Fig. 3B) está constituido por calizas grises (D1) en las que destaca una familia de discontinuidades (con un buzamiento de  $54^\circ$  SSE); en ocasiones se encuentran brechificadas en clastos angulosos, heterométricos, desde decimétricos a métricos, angulosos y con escasa matriz cementada. Es importante destacar que el macizo rocoso *in situ* está formado por calizas grises (Caliza de Montaña) en las que, en determinadas zonas, también se observan las discontinuidades mencionadas (con un buzamiento de  $65^\circ$  SSE). Por debajo de las calizas grises (D1) se han localizado varios afloramientos del Grupo Potes (afloramientos 1 del mapa geomorfológico).

La **Peña de las Cerrras**, 918 m (Fig. 3C) está constituida por brechas carbonatadas, angulosas, heterométricas, formadas por clastos desde decimétricos a métricos, empaquetamiento denso y con escasa matriz cementada (A2). El contacto entre las calizas grises (D1) y las brechas carbonatadas (A2) de la Peña de las Cerrras no se observa en el campo, sin embargo, la disposición espacial de los afloramientos parece indicar un cambio lateral rápido. En ocasiones, en la base de las brechas carbonatadas se observan texturas *jigsaw*, características de una fragmentación con escaso desplazamiento. Por debajo de estas brechas aflora el Grupo Potes intensamente deformado, constituyendo brechas de falla no cohesionadas (afloramiento 2); esta deformación desaparece totalmente unos metros por debajo. Señalar también que las brechas carbonatadas aumentan su espesor hacia la Peña de las Cerrras (desde 30 m de espesor mínimo en el afloramiento 3 hasta los 60 m del afloramiento 4).

Cabe destacar que el macizo rocoso de la Peña de las Cerrras se encuentra compartimentado en bloques hectométricos (A2/D3) por estructuras de tipo graben (Fig. 3D) y una serie de grietas de tracción (de Fase 3 y 4 en la Fig. 2). Adicionalmente, estos macizos se encuentran afectados por avalanchas de rocas recientes (Fig. 3E), diferenciadas por la presencia (A3) o ausencia de vegetación (A4).

MOVIMIENTO EN MASA DE BREZ (CORDILLERA CANTÁBRICA, PICOS DE EUROPA)

Mapa Geomorfológico



Modelo Digital del Terreno: LIDAR 2012-2018  
Comunidad Autónoma de Cantabria

Sistema de Información Geográfica: ArcGIS 10.3  
Projected Coordinate System: ETRS\_1989\_UTM\_Zone\_30N, Projection: Transverse\_Mercator  
Geographic Coordinate System: GCS\_ETRS\_1989, Datum: D\_ETRS\_1989

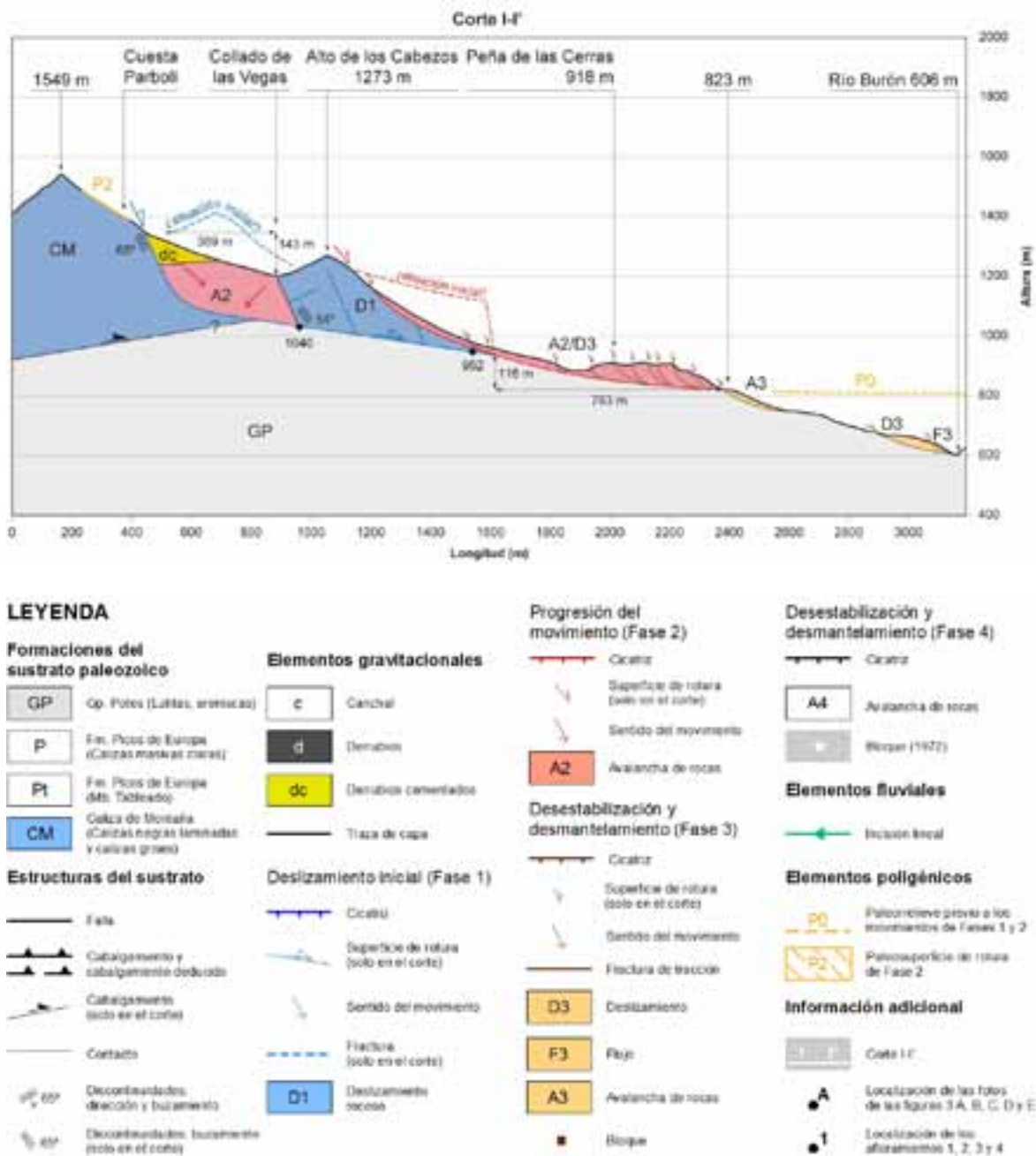


Figura 2. Esquema de situación geológica, mapa y corte geomorfológicos y leyenda del movimiento en masa de Brez. **Situación geológica:** división de la Zona Cantábrica en dominios geológicos (ALONSO et al. 2009). Claves: 1: Unidad de Bodón-Ponga; 2: Sector de los Picos de Europa; 3: Región del Pisuerga-Carrión. **Mapa y corte geomorfológicos:** las claves de los movimientos en masa atienden al mecanismo de propagación (letra mayúscula) y a su fase de movimiento o edad relativa (número). **Leyenda:** común para el mapa y corte geomorfológicos. Los bloques de Fase 3 hacen referencia a bloques (decamétricos) individualizados del depósito principal (avalancha de rocas A3). El bloque (1972) señala la posición de un bloque afectado por un proceso de deslizamiento en 1972 y volado en 1973 por su proximidad a la localidad de Brez (CENDRERO UCEDA y SAIZ DE OMEÑACA 1973).

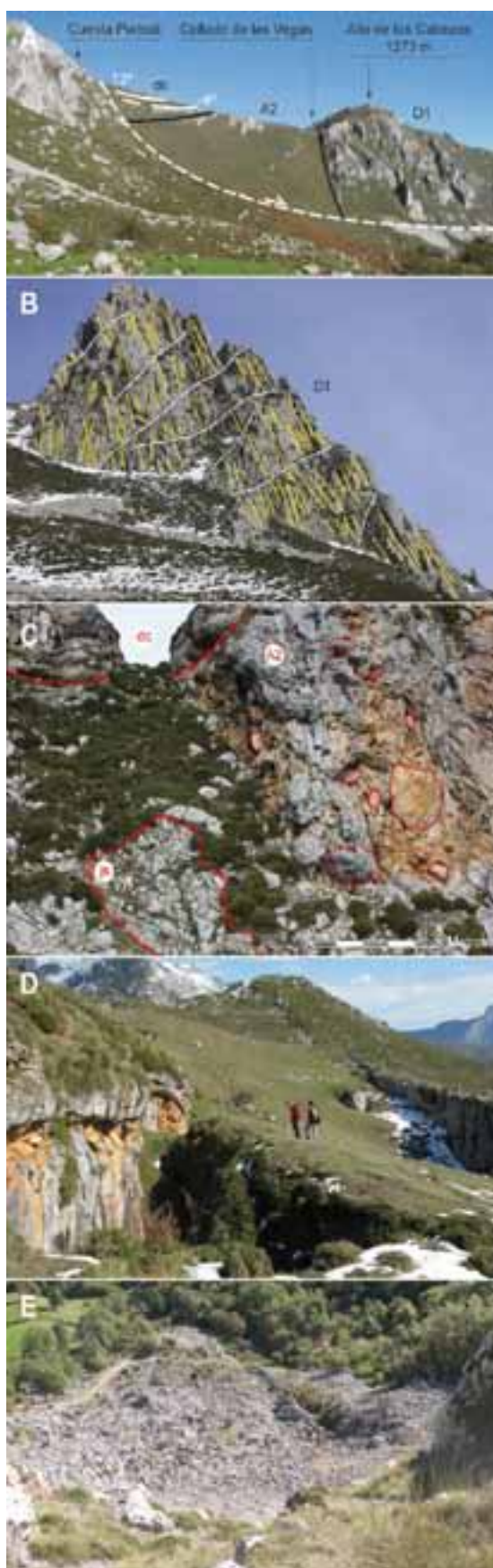


Figura 3. Panorámicas y afloramientos de la zona de estudio. **Claves:** común con la leyenda de Fig. 2. A. Collado de las Vegas. **Simbología:** línea blanca continua: estratificación y buzamientos; línea negra: contactos de las unidades; línea blanca discontinua: superficie de deslizamiento deducida. B. Peña Solastrosa (Alto de los Cabezos). **Simbología:** líneas amarillas: discontinuidades con buzamiento hacia el SSE; líneas blancas: fracturación ortogonal. C. Peña de las Cerras. **Simbología:** líneas rojas: límites de unidades, texturas jigsaw (js) y bloques. D. Estructura en graben afectando al bloque rocoso de cabecera de la Peña de las Cerras (A2/D3). E. Avalancha de rocas (A4) en el flanco NE del movimiento en masa de Brez.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las características del Alto de los Cabezos (D1), conservando una estructura correlacionable con la del macizo rocoso *in situ* (calizas grises afectadas por discontinuidades con buzamiento hacia SSE) y escaso grado de deformación (brechificación local), parecen indicar que esta unidad fue afectada por un proceso gravitacional de tipo deslizamiento procedente del escarpe inferior de la Cuesta Parbolí (Figs. 2 y 3A). Adicionalmente, el ángulo entre el buzamiento de las discontinuidades del macizo rocoso *in situ* ( $65^\circ$  SSE) y del Alto de los Cabezos ( $54^\circ$  SSE) sugiere una componente rotacional moderada ( $11^\circ$ ). La geometría de la superficie de deslizamiento (corte geomorfológico) está, en cabecera, bastante inclinada, condicionada por las discontinuidades del macizo rocoso *in situ* ( $65^\circ$ ), y, distalmente, mucho más tendida, deducida a partir de los afloramientos observados del sustrato (Grupo Potes), así como por los canchales asociados al cambio brusco de pendiente entre los bloques rocosos del Alto de los Cabezos y de la Peña de las Cerras, y el propio sustrato. Asumiendo que la cicatriz del deslizamiento se sitúa en el escarpe inferior de la Cuesta Parbolí, el desplazamiento horizontal y vertical de la cabecera del depósito es de aproximadamente 369 m y 143 m respectivamente (corte geomorfológico).

La descripción de la Peña de las Cerras (A2) indica que se trata de un depósito único de avalancha de rocas procedente de la desestabilización del bloque rocoso del Alto de los Cabezos hacia el SE (Fig. 2). En este sentido, el diferente grado de deformación entre las calizas grises del Alto de los Cabezos y las brechas carbonatadas de la Peña de las Cerras,

así como el cambio lateral rápido indican dos depósitos con dos grados de deformación netamente diferenciados. Las texturas *jigsaw* también son características de depósitos de avalancha de rocas (HEWITT et al. 2008). Por su parte, la deformación observada en el afloramiento 2 (Fig. 2) podría estar relacionada con una deformación por cizalla generada en un sustrato alterado infrayacente a la superficie de deslizamiento. Adicionalmente, el aumento de espesor de las brechas carbonatadas hacia la Peña de las Cerras (resto más distal conservado) parece estar relacionado con la característica acumulación frontal de los depósitos de avalanchas de rocas asociada a la deceleración y cese repentino del movimiento en el frente (HEWITT et al. 2008). Asumiendo el corte geomorfológico (Fig. 2), el recorrido horizontal y vertical del pie del depósito es de aproximadamente 763 m y 116 m, respectivamente.

Los rasgos de la unidad inferior del Collado de las Vegas (A2) parecen indicar que se trata de una acumulación de diversos desprendimientos y pequeñas avalanchas de roca procedentes tanto de la desestabilización del bloque rocoso del Alto de los Cabezos hacia el NO como del macizo rocoso *in situ* hacia el SE (Figs. 2 y 3A). De este modo, la Cuesta Parbolí puede interpretarse como la superficie de rotura, en el macizo rocoso *in situ*, de parte de estos materiales.

Por otra parte, las características sedimentológicas de la unidad superior del Collado de las Vegas (dc) permiten interpretarla como derrubios de ladera cementados. Adicionalmente, su estratificación a contrapendiente también parece indicar el movimiento rotacional del bloque rocoso del Alto de los Cabezos (Figs. 2 y 3A). Por su parte, el proceso de cementación que presentan afectó del mismo modo a los depósitos previos (fundamentalmente A2).

Las avalanchas de roca rara vez son el único proceso en grandes movimientos en masa de laderas rocosas escarpadas (HEWITT et al. 2008) por lo que el depósito del Alto de los Cabezos (D1) se interpreta como un proceso inicial de tipo deslizamiento que progresa con un proceso de tipo avalancha de rocas originando el depósito de la Peña de las Cerras (A2). Estos dos procesos, más o menos simultáneos, pueden clasificarse como

un movimiento rocoso complejo (*rock slope failures* y *rock slide-rock avalanche* según HEWITT et al. 2008 y HUNGR et al. 2014). Este movimiento destaca por sus dimensiones, con valores estimados superiores a  $1,2 \times 10^6$  m<sup>2</sup> de área real y  $266 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de volumen, tratándose de uno de los mayores movimientos de la Cordillera Cantábrica y un gran movimiento rocoso complejo a nivel mundial (*large rock slope failure* según HEWITT et al. 2008).

La desconexión de todo el movimiento descrito con el actual relieve (situado en un interfluvio), junto con la desestabilización y desmantelamiento que actualmente presenta, parece indicar, en la base del mismo, la existencia de un paleorrelieve (P0) relacionado con una topografía mucho menos incidida que la actual y que en parte habría funcionado como superficie de deslizamiento (corte geomorfológico). Por otra parte, la actual incisión de la red de drenaje es uno de los factores desencadenantes de la desestabilización y desmantelamiento de los movimientos descritos. Estos procesos se están llevando a cabo por procesos de deslizamiento de bloques hectométricos de la Peña de las Cerras (A2/D3), avalancha de rocas menos (A3) o más recientes (A4), y deslizamiento de bloques decamétricos (mapa geomorfológico).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la constructiva revisión realizada por Jordi Corominas que, sin duda, ha servido para mejorar y precisar este trabajo; el apoyo institucional del Instituto Geológico y Minero de España mediante el proyecto "Geomorfología litoral y peligrosidad por movimientos del terreno (Proyecto 13C/15)"; así como las sugerencias y opiniones de Luis González, Juan Luis Alonso y Pablo González Cuadra.

## REFERENCIAS

- ADRADOS L., ALONSO V., BAHAMONDE J.R., FARIAS P., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ L.P., GUTIÉRREZ CLAVEROL M., HEREDIA CARBALLO N., JIMÉNEZ SÁNCHEZ M., MELÉNDEZ ASENSIO M., MERINO TOMÉ O. y VILLA OTERO E. 2010. *Parque Nacional de los Picos de Europa. Guía Geológica. Guías Geológicas de Parques Nacionales*. Adrados Ed., 337 p.
- ALONSO J.L., MARCOS A. y SUÁREZ A. 2009. Paleogeographic inversion resulting

- from large out of sequence breaching thrusts: The León Fault (Cantabrian Zone, NW Iberia). A new picture of the external Variscan Thrust Belt in the Ibero-Armorican Arc. *Geologica Acta* 7 (4): 451-473.
- AYALA F.J., FERRER M., GONZÁLEZ DE VALLEJO L.I. y BELTRÁN F. 1988. *Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos*. ITGE, Madrid.
- CENDRERO UCEDA A. y SAIZ DE OMEÑACA J. 1973. El deslizamiento de la "Peña de Brez" (Picos de Europa). *Cuadernos de Espeleología* 7: 129-136.
- HEWITT K., CLAGUE J.J. y ORWIN J.F. 2008. Legacies of catastrophic rock slope failures in mountain landscapes. *Earth Science Reviews*, 87: 1-38.
- HUNGR O, LEROUÉIL S. y PICARELLI L. 2014. The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides* 11: 167-194.
- MARQUÍNEZ J.L. 1978. Estudio geológico del sector SE de los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica, NW de España). *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo 10: 295-316.
- NOZAL F. 2008. *Mapa geomorfológico de Cantabria 1:25.000, hoja nº 81-I (Camaleño)*. Gobierno de Cantabria-IGME.
- RODRÍGUEZ GARCÍA A. y SELA DEL RÍO E. 2009. *Mapa geomorfológico de Cantabria 1:25.000, hoja nº 56-I-III (Carreña-Sotres)*. Gobierno de Cantabria-IGME.





---

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES  
REALIZADAS

---



## CURSO ACADÉMICO 2015-2016

Eduardo Conejo Moreno  
Secretario General de la Academia Malagueña de Ciencias

### Asambleas Generales

Se celebraron las dos Asambleas Generales de carácter ordinario que establecen los Estatutos:

**Apertura del curso.** 6 de octubre de 2015.

**Clausura del curso 2016.** 12 de julio de 2016.

### Asambleas Extraordinarias

17 de diciembre de 2015. Elección de nuevos académicos.

3 de marzo de 2016. Elección de Junta de Gobierno.

28 de abril de 2016. Elección de nuevos académicos.

### Actos Académicos

#### Elección de nueva Junta de Gobierno

Tras la renuncia presentada por D. Alfredo Asensi Marfil, quién ha sido Presidente de la Academia Malagueña de Ciencias durante 14 años, y ha puesto a nuestra Institución a la cabeza de las Academias de Andalucía tanto por la cantidad de actividades como por la calidad científica de las mismas, se convocaron elecciones a Junta de Gobierno, resultando elegida la formada por los siguientes Académicos de Número:

Presidente: D. Fernando Orellana Ramos.

Vicepresidente Primero: D. Luis Machuca Santa-Cruz.

Vicepresidente Segundo: D. José Becerra Ratia.

Censor: D. Ángel Sánchez Blanco.

Secretario General: D. Eduardo Conejo Moreno.

Secretario de Sesiones: D. Juan Lucena Rodríguez.

Tesorero: D. Juan Antonio Camiñas Hernández.

Bibliotecario/Comisario Muestra: D. Luis Linares Girela.

Coordinador Sección Biosanitarias: D<sup>a</sup> Encarnación Fontao Rey.

Coordinador Sección Mat., Físicas y Naturales: D. Ernesto Fernández Sanmartín.

Coordinador Sección Sociales y Humanidades: D. Francisco Cabrera Pablos.

Coordinador Sección Tecnológicas: D. Juan Antonio Rodríguez Arribas.

Con posterioridad, y ante la renuncia por motivos personales del Sr. Cabrera Pablos, el Presidente, en aplicación del procedimiento para cubrir vacantes en la Junta de Gobierno aprobado por unanimidad en la Asamblea General celebrada el 28 de abril de 2016, eligió como coordinadora de la Sección de Ciencias Sociales y Humanidades a D<sup>a</sup> Mercedes Vico Monteoliva.

### Honores y distinciones

En Asamblea General Extraordinaria celebrada el 28 de abril de 2016 se acordó por unanimidad y en votación secreta el nombramiento de D. Alfredo Asensi Marfil como Presidente de Honor de la Academia Malagueña de Ciencias.

La Universidad de Málaga en elecciones celebradas el 2 de diciembre de 2015 eligió como Rector de la misma a nuestro compañero Académico de Mérito, D. José Ángel Narváez Bueno.

### Tomas de posesión

- D. Alberto Castro Tirado, como Académico de Número, el 13 de mayo de 2016. Fue recibido en nombre de la Corporación por D. Ignacio Núñez de Castro, Numerario de la Academia Malagueña de Ciencias.
- D. Rafael Morales Bueno, como Académico de Número, el 1 de junio de 2016 Fue recibido en nombre de la Corporación por D. Fernando Orellana Ramos, Presidente de la Academia Malagueña de Ciencias.

- D. Juan Manuel Pascual Fernández, como Académico de Honor, el 12 de julio de 2016. Fue recibido en nombre de la Corporación por D. José Becerra Ratia, Vicepresidente de la Academia Malagueña de Ciencias.

### Conferencias

- 16 de octubre de 2015. D. Andrés Bercovich. Apertura del curso académico 2015-2016. *La biotecnología en la Industria Farmacéutica: La revolución de los biosimilares. La experiencia de Biosidus en Argentina.*

- 29 de octubre de 2015. D. Luis Machuca Santa-Cruz. *La recuperación del Camino del Rey.* El Sr. Machuca, como Director del Proyecto de Rehabilitación del Caminito del Rey, ha recibido el reconocimiento de la Unión Europea siendo galardonado con el Premio UE de Patrimonio Cultural-Europa Nostra, premio que se une a la Placa al Mérito Turístico en Destinos Emergentes, concedido por el Consejo de Ministros y al de la XIII Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo, en la categoría Urbanismo: Paisaje y Ciudad.

- 13 de mayo de 2016. D. Alberto Javier Castro Tirado, investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía, dictó su discurso de ingreso como Académico de Número sobre el tema: *6.000 años observando las estrellas: Desde Menga y al-Andalus a los confines del universo.*

- 1 de junio de 2016. D. Rafael Morales Bueno, dictó su discurso de ingreso como Académico de Número sobre el tema: *De Gödel al aprendizaje profundo: Una visión personal de la informática.*

- 12 de julio de 2016. D. Juan Manuel Pascual Fernández, profesor de la Universidad de Texas. Clausura del curso académico 2015-2016 y discurso de ingreso como Académico de Honor. *Desde los átomos al ser humano: Aventuras en ciencia y en medicina.*

### Jornadas Científicas

#### Jornada sobre el Puente de la Constitución de 1812 en Cádiz

D. Juan Antonio Rodríguez Arribas, Coordinador de la Sección de Ciencias Tecnológicas, organizó el 16 de abril de 2016, la jornada en Cádiz con una visita *in situ*, en la

que intervinieron D. José M<sup>a</sup> Padilla Jiménez, Jefe de la Unidad de Carreteras en Cádiz, que abordó el tema sobre el impacto económico y social del nuevo puente y D. Eduardo Gutierrez García, Jefe de Obra del Puente, que trató sobre los aspectos técnicos y constructivos del mismo.

### Visita a los dólmenes de Antequera

El día 21 de mayo se realizó una visita a los dólmenes de Antequera por invitación de D. Bartolomé Ruiz, Director de la Real Academia de Nobles Artes de Antequera y del Conjunto de los Dólmenes. En la charla que impartió, comunicó el informe favorable del Consejo Internacional de los Monumentos y los Sitios, órgano consultivo de la UNESCO, para que puedan ser declarados Patrimonio Mundial, hecho que fue confirmado el 15 de julio. Posteriormente se visitaron los dólmenes de Menga y Viera y el tholos de El Romeral.

### Memorias e Informes

La Academia, ha trabajado en la elaboración del siguiente informe, aprobado el 17 de diciembre de 2015: *Opinión y comentarios de la Academia Malagueña de Ciencias sobre el Plan Director del arbolado de la ciudad de Málaga*, elaborado por los Académicos de Número D. Ernesto Fernández Sanmartín, D. Alfredo Asensi Marfil y D<sup>a</sup> Blanca Díez Garretas.

### Exposiciones y otras actividades científicas

- LINNEO y DARWIN. Las muestras elaboradas en los pasados cursos académicos sobre Linneo y Darwin con motivo de sus centenarios continúan siendo solicitadas para su exposición por diversas instituciones y colectivos.
- MASTER OFICIAL DE POSTGRADO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE. La AMC ha colaborado, como entidad participante, en la octava edición del Master Oficial de Postgrado sobre Recursos Hídricos y Medio Ambiente que organizan el Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga y el Instituto Geológico y Minero de España, celebrado a lo largo del curso académico 2015-2016. Dicha colaboración está previsto que continúe en el próximo curso académico. Se está estudiando la posibilidad de

colaborar también económicamente con este máster de postgrado mediante una aportación económica para becar a algún alumno del mismo. Dicha aportación queda condicionada a la disponibilidad presupuestaria de nuestra Corporación y a la posibilidad administrativa de incluirla entre nuestras actividades.

- SIMPOSIO SOBRE EL AGUA EN ANDALUCÍA (SIAGA-2015). La AMC ha participado como entidad colaboradora en la 9ª edición de este Simposio, celebrado en Málaga en noviembre de 2015. Con este motivo, la AMC llevó a cabo una edición facsímil del ejemplar de nuestra Biblioteca: *Monografía de los Baños de Carratraca*, publicado en 1860, que fue entregado como obsequio a los participantes en el Simposio. La presentación de esta publicación se llevó a cabo en una sesión especial del Simposio.
- XIV REUNIÓN NACIONAL DE GEOMORFOLOGÍA. La AMC ha participado en la organización de esta reunión, celebrada en Málaga en junio de 2016 y ha patrocinado sendos premios para distinguir las mejores comunicaciones referidas al ámbito nacional y al de la provincia de Málaga. Para la selección de las comunicaciones a premiar se constituyó un jurado formado por miembros del comité organizador y de la Academia. Los premios fueron entregados por nuestro presidente en la sesión solemne de clausura de este evento científico. Las comunicaciones premiadas serán publicadas en el Boletín de la Academia.
- GEOLOGÍA 2016. La AMC ha colaborado en la organización de esta actividad, celebrada en el mes de mayo en la localidad de Ronda. Geología es una actividad que pretende difundir y acercar la geología a la sociedad mediante una excursión o visita guiada a un lugar de singularidad geológica. Se celebra anualmente y de manera simultánea en todas las provincias españolas el primer fin de semana de mayo.

### **Premio Málaga de Investigación**

El jurado del Premio Málaga de Investigación 2015 en la modalidad de Ciencias

estuvo compuesto por: D. Alfredo Asensi Marfil, Presidente; D. Fernando Orellana Ramos, Secretario; D. José Becerra Ratia y Dª Encarnación Fontao Rey como vocales.

Los trabajos recibidos en tiempo y forma, según decisión de la Junta de Gobierno fueron: 1. *Error y control cognitivo: Un estudio psicofisiológico*. 2. *MicroARNs y cáncer*. 3. *Experiencia Bio-Psicosocial con el sistema de infusión subcutánea continua de insulina para personas de diabetes 1 en la unidad de diabetes del Hospital Regional Universitario (Carlos Haya) de Málaga*.

Tras sesiones plenarias los días 3 y 18 de noviembre y recabar informes y valoración externa especializada se acordó por mayoría absoluta y en votación secreta otorgar el Premio Málaga de Investigación 2015 al trabajo: *MicroARNs y Cáncer* y conceder una mención especial al trabajo: *Experiencia Bio-Psicosocial con el sistema de infusión subcutánea continua de insulina para personas de diabetes 1 en la unidad de diabetes del Hospital Regional Universitario (Carlos Haya) de Málaga*. Una vez abiertas las plicas correspondientes se constata que el ganador del premio es D. Pedro Pablo Medina y la mención especial corresponde a Dª Mª Soledad Ruiz de Adana Navas.

El importe del premio en metálico, patrocinado por CAJAMAR, asciende a 3.500 euros. Los galardones se entregaron en un acto público en el salón de actos del Rectorado el día 17 de enero.

Los premios Málaga de Investigación, continúan siendo los más importantes de la provincia en estas modalidades, se encuentran bajo la tutela científica de las academias de Bellas Artes de San Telmo y la Malagueña de Ciencias y los jurados celebran su reunión final cada año en la sede institucional de Cajamar, entidad que los patrocina.

## **Biblioteca y publicaciones**

### **Biblioteca**

- Nuestro académico Sr. Sánchez Blanco ha hecho entrega de 183 volúmenes para incorporar a su legado a nuestra Biblioteca. Se encuentran aún pendientes de trasladar a la Biblioteca General para su catalogación y custodia.

- A lo largo del curso académico se han recibido otros 23 volúmenes de temática variada, algunos de ellos procedentes de donaciones de nuestros académicos (Sres. Olmedo, Camacho, Cabrera y Fernández Sanmartín) y otros del Instituto de Academias de Andalucía y diferentes Academias con las que mantenemos intercambio de publicaciones. También están pendientes de traslado a la Biblioteca General de la UMA.
- Se ha recibido un obsequio de la Diputación de Granada, consistente en tres cajas de libros editados por la misma. Se está procediendo a seleccionar aquellos que, por su contenido, pueden ser incorporados a nuestro fondo bibliográfico. Los restantes quedarán en nuestra sede a disposición de los Sres. Académicos.
- En la sección de publicaciones de pequeño formato que incluye, entre otros, separatas, conferencias y discursos de ingreso, se han incorporado en el presente curso 8 nuevos títulos. Existen actualmente 125 títulos que se encuentran en nuestra sede a la espera de su entrega a la Biblioteca General de la UMA. Se continúa recibiendo con regularidad ejemplares de una decena de revistas y publicaciones periódicas, en virtud de convenios de intercambio con nuestro Boletín anual y nuestras publicaciones aperiódicas.
- En la actualidad, nuestro fondo bibliográfico depositado y catalogado en la Biblioteca General de la UMA asciende a 6.160 títulos a los que hay que añadir 500 volúmenes pendientes de catalogación.

### Publicaciones

1. *Boletín de la Academia (Volumen XVII, 2015)* que contiene los discursos de ingreso, conferencias, comunicaciones científicas, jornadas científicas, actividades realizadas en el curso académico y los artículos In Memoriam de los académicos fallecidos.

2. *Academia y Humanismo. Las Academias y Reales Academias de Málaga* editado por el Instituto de Academias de Andalucía.

3. *Diccionario Geográfico Universal. Málaga 1831-1931*. Introducido y transcrito por nuestros compañeros Académicos de Número D. Francisco Cabrera Pablos y D. Manuel Olmedo Checa.

### Protocolo y Presencia Institucional

Como viene siendo habitual han sido numerosos los contactos con otras corporaciones académicas e instituciones socio-culturales con presencia de miembros de la Academia en actos de relieve especialmente tomas de posesión de Académicos de Honor y de Número de otras Corporaciones. Entre ellas destacamos:

- Asistencia a actos organizados por la Real Academia de Bellas Artes de San Telmo, la Real Academia de Nobles Artes de Antequera, la Sociedad Económica de amigos del País de Málaga, el Ateneo y la Sociedad Erasmiana de Málaga.
- *Apertura del Curso 2015-2016 del Instituto de Reales Academias de Andalucía*. 21 de noviembre en Antequera. Nuestro Académico de Honor, D. Federico Mayor Zaragoza, exdirector general de la Unesco, dictó la conferencia: *Tiempo de emergencia social y económica*. Posteriormente hubo una visita guiada a la ciudad.
- *Día del Instituto de Reales Academias de Andalucía 2016*, celebrado el 23 de abril de 2016 en Sevilla. En conmemoración del IV centenario de Cervantes, D. Rafael Valencia Rodríguez, Director de la Real Academia de Buenas Letras de Sevilla dictó la conferencia titulada: *Cervantes aquí y ahora*.

### Actividad corporativa

#### Personal

**Bajas.** La Academia ha experimentado las siguientes bajas por fallecimiento durante el Curso académico 2015-2016:

Ilmos. Sres.: D. Miguel Álvarez Calvente, Académico de Número; D Manuel Cascales y Ayala, Académico de Número; D. Juan Castellón Fernández, Académico de Mérito;

D. José Manuel Pérez Estrada, Académico de Mérito y D. José Luis Fernández Navarro, Académico de Número.

**Altas.** Se han producido las siguientes altas de Académicos durante este curso:

- De Honor
  - Excmo. Sr. D. Juan Manuel Pascual.
- De Número
  - Excmo. Sr. D. Alfredo Matilla Vicente.
  - Excmo. Sr. D. Rafael Morales Bueno.
  - Ilmo. Sr. D. Alberto Javier Castro Tirado.
  - Ilmo. Sr. D. José María Farré Massip.
  - Ilma. Sra. D<sup>a</sup>. Esther Cruces Blanco.
  - Ilmo. Sr. D. Federico Soriguer Escofet.
- Correspondiente
  - Ilmo. Sr. D. Jorge Andrés Bercovich.
- De Mérito
  - Ilma. Sra. D<sup>a</sup>. Susana Blázquez Diéguez.
  - Ilmo. Sr. D. Alfonso Vázquez García.

A la finalización de este curso académico (11-07-2016), la Academia está constituida por 96 Académicos: 5 de Honor, 46 de Número, 22 Correspondientes y 23 de Mérito. De ellos están electos y pendientes de tomar posesión: 4 Académicos de Número, 1 Académico Correspondiente y 3 Académicos de Mérito.

### **Actividad de las Secciones y Junta de Gobierno**

La Junta de Gobierno ha celebrado 13 sesiones a lo largo del curso para conseguir el buen funcionamiento de la Academia y tomar las decisiones que estatutariamente le corresponden.

Las secciones han celebrado también reuniones a lo largo del curso para organizar los actos científicos que son de su competencia.

### **Página web. Información telemática. Presencia medios de comunicación**

Se ha mantenido, y actualizado periódicamente, la página web. Se ha continuado la comunicación telemática de noticias y convocatorias y las comunicaciones en Facebook y Twitter.

Se envía regularmente a los medios de información reseñas sobre las convocatorias a actos académicos y se ha detectado una mayor receptividad de los mismos aumentando nuestra presencia en los diarios de la ciudad.

### **Sede Administrativa**

La sede administrativa en calle Moratín se ha venido utilizando para las actividades propias de la Academia como reuniones de Junta de Gobierno y reuniones de Comisiones. Se mantiene el ofrecimiento de la posibilidad de utilizarla para actividades científicas y culturales organizadas por Académicos de nuestra Corporación o de otras Instituciones y Academias de Andalucía.

Para la recuperación de nuestra sede histórica se han presentado alegaciones al Decreto de la Junta de Andalucía por el que declara Bien de Interés Cultural el conjunto del antiguo colegio de los jesuitas, Colegio de San Sebastián, en cuyo expediente no hace referencia a nuestra Academia como usufructuaria de parte de la parcela donde se encuentra actualmente el colegio de prácticas nº 1.

Existe copia de la identificación fiscal de la Academia donde figura ese domicilio, así como de la Gaceta de Madrid de 17 de enero de 1919, donde la Reina María Cristina de Habsburgo-Lorena dicta la Orden al Rector de la Universidad de Granada para que comunique al Gobernador Civil de Málaga que proceda a ceder dicho inmueble a la Sociedad Malagueña de Ciencias.

Varios académicos visitaron la sede y tras sacar fotos de los muebles y otros utensilios identificables, que son propiedad de la Sociedad, se han enviado a la Delegación de Cultura de la Junta de Andalucía para adjuntarlas al expediente.



Toma de posesión como Académico de Honor de Juan Manuel Pascual Fernández, en el Salón de los Espejos del Ayuntamiento. En la mesa, el Presidente del Instituto de Academias de Andalucía, Benito Valdés; el Alcalde de Málaga, Francisco de la Torre; el Presidente de la Academia Malagueña de Ciencias, Fernando Orellana y el Secretario General de la misma, Eduardo Conejo (Fotografía del Diario La Opinión de Málaga).

## **PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL PRESIDENTE DE LA ACADEMIA EXCMO. SR. D. FERNANDO ORELLANA RAMOS TRAS LA LA ELECCIÓN DE LA NUEVA JUNTA DE GOBIERNO**

**M**uchas gracias a todos los asistentes por vuestra presencia. Sin participación no somos nadie. El patrimonio fundamental de nuestra Corporación son sus miembros.

Gracias a quienes habéis depositado la confianza en este proyecto de candidatura y a quienes, sin haber podido asistir, se han adherido a la misma. También a quienes no estén de acuerdo.

En la diversidad, en la discrepancia racional, está la riqueza del pensamiento y de la ciencia. Siempre que se haga con respeto, rigor, e independencia de criterio. Sin servir a intereses personales o mezquinos. Muchas gracias, especialmente, a quienes os habéis comprometido a participar por vuestra generosidad y entrega.

Encabezar la nueva Junta de Gobierno es una enorme responsabilidad que asumo con cariño a nuestra Academia, con ilusión, con respeto a todos sus miembros, con veneración a quienes nos han precedido desde 1872.

Considero que el papel de presidente, además del de representar a la Academia, es de servicio a la misma, actuar de animador.

Y como dice el artículo 32 de los estatutos, cumplir y hacer cumplir los mismos y los acuerdos de la Academia y de su Junta de Gobierno. Y distribuir las tareas académicas ordinarias, las extraordinarias, anunciar los demás actos e invitar a los mismos. Quiero desarrollar mi tarea con humildad, sencillez, respeto y rigurosidad.

Tal como determina el artículo anterior, el 31, es función de la Junta de Gobierno dirigir la Corporación, por tanto ella será quien, en cumplimiento de sus atribuciones, establezca las líneas de actuación, administre los recursos de la Academia y someta a la asamblea el proyecto de presupuesto.

Nuestro compromiso es respetar en todo momento los mecanismos establecidos y potenciar las secciones, cauce natural de participación en las tareas de la Academia.

Coordinando a través de ellas, y de la secretaría general para actos institucionales, la organización de actividades.

Queremos organizar además una serie de comisiones de trabajo, abiertas a la participación de todos los miembros de la Corporación, no sólo de la Junta de Gobierno.

La participación de los académicos no debe limitarse a la asistencia a los actos institucionales o públicos, sino también debe incluir el involucrarse en las actividades que se promuevan desde las secciones y los grupos de trabajo.

Deseamos tener una comunicación fluida y transparente con todos los compañeros. Necesitamos y agradecemos toda clase de sugerencias y críticas y expresamos el compromiso de informar periódicamente de los acuerdos adoptados en Junta de Gobierno. Sus sesiones están abiertas a la participación de todos los miembros de la Academia.

Naturalmente, la soberanía última reside inexorablemente en la asamblea de académicos de Número.

En este momento queremos reconocer la irrepetible y magnífica labor desarrollada por Alfredo Asensi al frente de nuestra Sociedad y Academia. Sin duda el periodo, junto al fundacional, más brillante y activo de nuestra historia. Periodo en el que hemos logrado el reconocimiento como Academia, manteniendo nuestra antigüedad, y la integración en los Institutos de España y de Academias de Andalucía. Quien durante más de veinte años ha sido nuestro Presidente merece todo nuestro agradecimiento, respeto y admiración. Os pido un fuerte y sentido aplauso para él.

También queremos hoy recordar con afecto y veneración a nuestros queridos Miguel Álvarez Calvente, José Ángel Carrera y a todos los compañeros que estos años han dignificado la labor de la Academia. Nuestra memoria agradecida y permanente para todos ellos.

Los fines de nuestra acción los determinan los estatutos. Las líneas de actuación que os

proponemos o las expresamos en el tríptico que sometimos a vuestra consideración.

Para mayor libertad de los Académicos mientras sea presidente sólo firmaré propuestas de Académicos de Honor, dejando a la iniciativa responsable de los Numerarios la presentación de candidatos.

Es muy importante, fundamental, vital me atrevería a afirmar, discernir muy bien las futuras incorporaciones. Valorando no solo el prestigio o excelencia de los candidatos, sino muy especialmente, y con prioridad, las necesidades y objetivos de la Academia y sus secciones, y el compromiso de participación en las actividades de la misma, así como las propuestas de actuaciones incorporadas a su presentación.

Estas nuevas incorporaciones marcarán, sin ninguna duda, el futuro de nuestra Corporación. Futuro que siempre deberá estar unido, para mantener nuestra identidad, a la independencia de criterio, el rigor científico, el espíritu crítico, la búsqueda de la verdad y la excelencia, y el respeto a la discrepancia.

Y estamos inmersos en la sociedad. Nuestro papel debe estar también en la colaboración con el Instituto, las otras Academias de la Provincia y todas las Instituciones que aportan criterios objetivos y conciencia crítica ciudadana a nuestra sociedad civil, independientes de los poderes establecidos políticos, económicos e ideológicos.

Continuamos pues, con ilusión renovada, nuestro servicio a la sociedad, a la ciencia.

Con la base de una riquísima historia, pero con un soplo de aire fresco.

Buscando adaptarnos a la nueva realidad sociológica, a los desafíos del siglo XXI y empleando todas las nuevas tecnologías.

A fin de que nuestra presencia y relevancia social sea cada vez mayor y de que sirvamos de fermento y catalizador, de agentes de difusión del conocimiento y de renovación social, contribuyendo a un mundo más justo, humano, amable y solidario.

He dicho.



---

IN MEMORIAM

---



## IN MEMORIAM

La Academia Malagueña de Ciencias lamenta profundamente el fallecimiento, durante el curso académico 2015-2016, de los Ilmos. Sres. D. Miguel Álvarez Calvente, D. Manuel Cascales Ayala y José Luis Fernández Navarro, Académicos de Número; D. Juan Castellón Fernández y José Manuel Pérez Estrada, Académicos de Mérito.



Ilmo. Sr. D. Miguel Álvarez Calvente  
1931-2016

Cuando llegué a Málaga, como profesor ayudante de Zoología, del Colegio Universitario, dependiente de la Universidad de Granada, año 1974, algunos compañeros nos planteamos la necesidad de visitar la Laguna de Fuente de Piedra, para posteriormente llevar a los estudiantes de Biología.

Por aquel entonces sólo sabía que el pueblo de Fuente de Piedra tenía una laguna “muy importante porque en ella había flamencos”. Movidio por el impulso de la juventud y sin saber nada de la laguna nos presentamos en el pueblo, otro profesor ayudante y yo, donde nos indicaron como ir a la misma. Una vez allí y mientras tomaba unos apuntes, se presentó un señor mayor en una moto de la época y con una banda de cuero con una chapa en la que se leía “guarda jurado”. Nos indicó que “teníamos que salir de la propiedad privada en la que nos encontrábamos, ya que no teníamos permiso de los propietarios”.

De regreso a Málaga procuré una visita al entonces ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza) dónde tuve la fortuna de conocer a D. José Ángel Carrera

Morales y a D. Miguel Álvarez Calvente, ambos Ingenieros de Montes con responsabilidad en la gestión de la Naturaleza a nivel regional y provincial respectivamente, pensando que podrían extenderme un permiso para evitar que en futuras visitas nos volvieran a expulsar. Inmediatamente, me llamó la atención el hecho de que no tenían potestad sobre la propiedad de la laguna pero conocían al propietario y ya me dirían algo. A los pocos días ya tenía, no solo la autorización del ICONA, sino el permiso del propietario, en la confianza de que nos portáramos como auténticos profesionales de la Biología.

En ese primer encuentro se inició una relación de colaboración y de auténtica amistad con José Ángel y con Miguel. Ambos tuvieron un papel determinante para que la Laguna de Fuente de Piedra haya llegado a ser lo que es hoy, en relación a sus valores naturales reconocidos, nacional e internacionalmente, ya que propiciaron en primer lugar la declaración de Reserva de Caza y la posterior compra por parte del ICONA.

Con las transferencias del Gobierno Central a la Comunidad Autónoma de Andalucía, la Laguna pasó a titularidad de ésta y con la declaración de Espacio Protegido se constituyó un Patronato, como órgano asesor de la Junta. Al mismo pertenecíamos, José Ángel y Miguel, en representación del ICONA y yo por la Universidad de Málaga, entre otros representantes de distintas administraciones, ayuntamientos, agricultores y ganaderos y grupos ecologistas.

Las reuniones del Patronato eran interminables, algunas veces duraban hasta dos días y he de resaltar que para mí fueron muy instructivas, dado el buen saber hacer y estar de Miguel, con su voz rota, y creo que muchas veces, con su fingida sordera, con su templanza y con su enérgico “mal humor”, pero siempre con un gran sentido de respeto y colaboración, cuando se hacían planteamientos

faltos de conocimientos por parte de algunos integrantes del Patronato, de cómo funciona la Naturaleza. Tuvo siempre la paciencia de saber oír y defender al denostado Instituto para la Conservación de la Naturaleza, ya que eran frecuentes los ataques hacia los técnicos del ICONA esgrimiéndose, por parte de los que rechazaban sus planteamientos “si sabían algo era de plantar pinos”.

Sirva este recordatorio para resaltar, aunque creo que no hace falta, los valores técnicos y humanos de Miguel que le hicieron ser respetado, y sobre todo querido, por todas las personas que hemos tenido relaciones con él con el fin último de la defensa de la Naturaleza.

Siempre agradecido.

Juan Lucena Rodríguez, Académico y  
Presidente del Patronato de la Reserva Natural  
Laguna de Fuente de Piedra



Ilmo. Sr. D. Manuel Cascales y Ayala  
1940-2016

El pasado 11 de junio de 2016 recibíamos la triste noticia del fallecimiento del Ilustrísimo Señor Don Manuel Cascales y Ayala, Académico de Número de la Malagueña de Ciencias desde el año 1997.

El Ayuntamiento de Antequera decretó luto oficial por su muerte durante el sábado,

siendo numerosas las adhesiones por la pérdida de este personaje que marcó la segunda mitad del siglo XX por su investigación, custodia y promoción del legado patrimonial de la ciudad.

Cascales Ayala también era Académico correspondiente de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes, Académico correspondiente de la Real Academia de Bellas Artes de San Telmo de Málaga, y Académico Numerario de la Academia de Nobles Artes de Antequera desde su refundación.

Estaba en posesión de la Medalla al Mérito en Bellas Artes y durante un tiempo fue secretario de la Asociación Andaluza de Críticos de Arte y miembro del Instituto de Cultura de la Diputación Provincial de Málaga.

D. Manuel nació en Villanueva del Segura (Murcia) el día 6 de Julio de 1940. En 1962, con poco más de veinte años, se afincó en la Ciudad de Antequera ocupando el puesto de Archivero Municipal; en 1962 es nombrado también Director de la Biblioteca Pública.

En el 1968 (28 de octubre) se hace cargo del Museo Municipal de Antequera, siendo responsable de su montaje e instalación y nombrado Director. Ocupará este puesto durante más de cuarenta y dos años, hasta su jubilación en 2011. Tras la misma fue nombrado Director Honorario del Museo de la Ciudad (nombre actual del primitivo Museo Municipal de Antequera).

El 15 de marzo de 1972 organizó la visita a Antequera y al propio Museo de los por aquel entonces Príncipes de España, Don Juan Carlos y Doña Sofía, visita que supuso la inauguración oficial del Palacio de Nájera como sede del entonces denominado Museo Municipal.

En 1978 es nombrado Hijo Adoptivo de Antequera, en reconocimiento a la labor efectuada en la defensa y conservación del patrimonio de la Ciudad, por el insigne historiador, investigador y especialista en Arte. En 1984, contrajo matrimonio con doña Carmen Rivera Sánchez, siendo padres de doña Carmen Cascales Rivera.

Además de su excelente e irrepetible labor en defensa del Patrimonio de Antequera ha sido autor de numerosos artículos en libros,

revistas, folletos y monografías, impartido recordadas y documentadas conferencias y realizado exposiciones de gran repercusión.

Pocos días antes habíamos tenido la gran suerte de compartir con él varias horas en la visita a Los Dólmenes de Antequera a punto de ser declarados Patrimonio de la Humanidad. En esta visita, a la que acudió como anfitrión junto a D. Bartolomé Ruiz, aún sintiéndose ya enfermo, puso de manifiesto, una vez más, una de las virtudes que poseía junto a su enorme prestigio y reconocimiento universal, su bondad. Estuvo con nosotros varias horas cuidando cada detalle, científico, logístico y humano para hacer de nuestro último encuentro un día inolvidable. No podíamos imaginar que veinte días después se iba a marchar para siempre.

Para muchos nuestro querido Manolo Cascales siempre ha sido un referente; a quien admirábamos sinceramente y a quien se quería también mucho. Personalmente, afirmo que ha sido de las personas más buenas que he conocido en mis más de sesenta años, de las más serviciales, todo ello con naturalidad, humildad, cercanía y cargado de EXCELENCIA, como ahora nos gusta decir, y buen hacer.

Siempre vivirá en nuestra mente y en nuestro corazón, así como en el recuerdo agradecido de decenas de miles de personas.

Algunas personas de Antequera me comentaban como cuando eran niños y “no existía Wikipedia, ni Internet” acudían a la Biblioteca o al Museo y siempre encontraban allí al bueno de Don Manuel dispuesto a ayudarles a buscar bibliografía, información y recursos para hacer sus trabajos, para saber más y para ser orientados por el sabio, a la vez erudito y amable, cercano, disponible; dando mucho más de lo que se le pedía, siempre con la sonrisa y la mano tendida.

Las tres Academias de Málaga, la de Córdoba y la Ciudad de Antequera hemos perdido físicamente un parte importantísima, irrepetible e irremplazable de nuestro patrimonio.

Fernando Orellana Ramos  
Presidente de la Academia Malagueña de  
Ciencias



**Ilmo. Sr. D. Juan Castellón Fernández**  
1926-2016

El día 22 de junio de 2016, nos deja nuestro compañero de tareas académicas, Juan Castellón Fernández después de una vida larga, llena del cariño de su familia y de sus numerosos amigos.

Malagueño de nacimiento, Juan Castellón nace el 28 de marzo de 1926 en una familia con grandes inquietudes intelectuales, en una Málaga en plena ebullición donde se producen acontecimientos importantes para la ciudad. Ese año se presenta la revista de creación literaria “Litoral” fundada por dos ilustres malagueños, Emilio Prados y Manuel Altolaguirre. El rey Alfonso XIII visita Málaga en varias ocasiones, una para inaugurar el barrio de Ciudad Jardín y otra para inaugurar la obra cumbre del arquitecto malagueño Fernando Guerrero Strachan, el Hotel Príncipe de Asturias, renombrado posteriormente, Hotel Miramar.

Estudia bachillerato en nuestra ciudad y se traslada a Granada para cursar la carrera de Farmacia en esa universidad.

Contrae matrimonio con Dña. Concepción Corcelles Castro, licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad de Sevilla, dedicándose en nuestra ciudad a la enseñanza hasta bien entrados los años sesenta.

Forman una pareja con gran interés por la ciencia y la cultura, inculcando a sus ocho hijos, la importancia de formarse con estudios universitarios utilizando una frase que todavía recuerdan con mucho cariño: *en esta casa todo el mundo estudia una carrera universitaria como vuestra madre y vuestro padre*, y efectivamente lo consiguió.

Su labor profesional la llevó a cabo en su farmacia que abrió en lo que era, en aquel momento, un sencillo barrio de pescadores, que con el paso de los años se ha convertido en el emblemático barrio que conocemos con el nombre de La Malagueta.

Le encantaba estar en su farmacia y poder servir de apoyo, ayuda y consuelo a todos los pacientes que le visitaban con asiduidad dando el mejor consejo humano y profesional. Fue una persona innovadora, siendo de los primeros farmacéuticos en informatizar su oficina de farmacia, contribuyendo al programa de Gestión de Cofarán, que le entregó el Premio Bustamante por su cooperación.

Como otros muchos compañeros de la época, fue un hombre inquieto, gran estudioso de las matemáticas y otras materias científicas como la física y la química, sin olvidar en absoluto la filosofía y la literatura, Le encantaba organizar tertulias con temas filosóficos que comenzaban alrededor de la mesa después de comer y terminaban a altas horas de la noche.

Ha sido miembro de número de la Sociedad Malagueña de Ciencias desde 1991 hasta su transformación en Academia en el año 2002, en que pasó a Académico de Mérito.

Para nuestra Institución se fue un hombre de ciencia, se fue un amigo, un farmacéutico vocacional, y sobre todo un hombre bueno y culto. D.E.P.

Encarnación Fontao Rey  
Académica de Número



Ilmo. Sr. D. José Manuel Pérez Estrada  
1926-2016

José Manuel Pérez Estrada, de la cosecha de 1926, era un malagueño irreplicable al que nunca le abandonaba la sonrisa, ni siquiera en sus últimos años, cuando la ceguera se iba apoderando de su vista, enfermedad que afrontaba, como tantas cosas en la vida, con una ironía a prueba de bomba y de la que también participaba su mujer, su querida Cristina Caffarena, con la que llevaba casado el medio siglo largo y tenía cuatro hijos.

Su currículum era impresionante, pero quedaba en un segundo plano por su persona, por esa simpatía y sencillez natural que irradiaba y que es marca de la casa, de los Pérez Estrada y de la que entre otros hacía gala su hermano pequeño, el también desaparecido poeta, Rafael Pérez Estrada.

José Manuel era nieto del ministro de Justicia y de Fomento, José Estrada y el hijo mayor del matrimonio formado por el que fuera presidente de la Diputación y alcalde de Málaga, el médico Manuel Pérez Bryan, y la pintora Mari Pepa Estrada.

En 1951 aprobó las oposiciones a juez, profesión que ejerció hasta mediados de los 60, cuando pidió la excedencia para ejercer como abogado. De esos menesteres surgió la calle que la ciudad le dedicó en 1973, pues se debió a una petición vecinal, después de que el abogado malagueño lograra la legalización de unas viviendas en la barriada de San José del Viso.

Años antes, sus inquietudes profesionales le llevaron a promover y dirigir la Escuela de Turismo Costa del Sol, en el Paseo de Sancha, en la que también impartió clases como profesor. Al frente de la innovadora escuela, presidió también la Federación de Escuelas de Turismo de España. A finales de los años 80 volvió a su antigua vocación, el mundo de la Justicia, en la que trabajó hasta la jubilación por enfermedad en 1995, cuando estaba al frente del Juzgado de lo Penal número 5 de Málaga.

José Manuel era un apasionado defensor de los jueces, y siempre reivindicó que la actividad judicial debía estar desprovista de cualquier interpretación o influencia política. Además, desconfiaba de los jueces estrella y abogaba por que el juez no tuviera rostro ni simpatías políticas, para que la técnica judicial estuviera siempre al margen de influencias.

El abogado y magistrado malagueño poseía además una enorme cultura e inquietud por el conocimiento de la que nunca alardeaba, pero que su amenísima conversación dejaba entrever.

Este incompleto retrato de un malagueño inolvidable estaría aún más inacabado sin resaltar su imbatible sentido del humor, que en una ocasión le llevó a desbaratar, con su aparición en la emisora, las disparatadas teorías históricas del locutor de una emisora pirata local.

José Manuel Pérez Estrada, que el pasado 14 de septiembre celebró los 90 años, era académico de mérito de la Academia Malagueña de Ciencias y había sido distinguido con la Cruz de la Estrella Polar de Suecia.

Por encima de todo, era un amante de su familia y de Málaga, de la que hasta sus últimos días disfrutó, mientras asistía a conferencias, exposiciones y conciertos. Descanse en paz esta bellísima persona.

Alfonso Vázquez García  
Académico de Mérito



Ilmo. Sr. D. José Luis Fernández Navarro  
1926-2016

**N**uestro compañero en tareas académicas, nace en Málaga un 25 de agosto de 1930, en la plaza de la Aduana, en el seno de una familia que decide educarle y formarle en los Hermanos Maristas de la capital.

Su vocación le lleva a licenciarse en la Facultad de Veterinaria de Córdoba, todavía dependiente de la Universidad de Sevilla.

Antes de iniciar su periplo laboral se especializa en distintas disciplinas veterinarias, rabia, parasitología, apicultura y microbiología de alimentos.

En 1958 obtiene el título de Especialista en Inseminación Artificial en Ganadería y en 1959 el de Diplomado en Sanidad por la Escuela Nacional de Sanidad.

En 1962, por concurso, es nombrado Técnico Veterinario dependiente de la Dirección General de Ganadería con destino en el Laboratorio Pecuario de Santander, volviendo a su ciudad natal para ejercer como

veterinario titular en municipios de la provincia como Torrox, Alameda, Casarabonela, Cañete la Real, Coín y Archidona.

Como veterinario titular de carrera es destinado a Igualeja y pueblos colindantes, opositando nuevamente para obtener plaza de Veterinario de Servicios Periféricos con nuevo destino en La Jefatura Provincial de Sanidad. En su carrera profesional ha ejercido como Inspector Veterinario y Control alimentario hasta su jubilación.

Siempre ha sido un profesional preocupado por su formación y un hombre con gran vocación comunicadora, lo que le lleva a impartir numerosos cursos y a formar con sus conocimientos a otros compañeros de profesión.

Intelectualmente muy inquieto y con gran capacidad de trabajo, en el año 1975 es elegido Presidente del Ilustre Colegio de Veterinarios de Málaga, cargo que ejercería durante 26 años.

Fue designado Concejal del Excelentísimo Ayuntamiento de Málaga y compartió tareas municipales con Utrera Ravassa y Luis Merino, ambos alcaldes durante el tiempo en que estuvo en activo.

En el año 1965, ingresa en la Sociedad Malagueña de Ciencias y continúa como Académico de número cuando la Sociedad se transforma en Academia.

En 1975 participa en la creación de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental, ingresando como Académico de número y ostentando la Vicepresidencia de la Academia y la Presidencia de la sección de Málaga.

A lo largo de su vida ha recibido numerosos reconocimientos y ha sido nombrado Comendador del Mérito Agrícola, y Presidente de Honor del Ilmo. Colegio Veterinario de Málaga.

Su importante y gran trayectoria profesional se complementa con su extraordinaria forma de ser y con su rica vida personal, siempre acompañado por su esposa Matilde Lozano y por sus queridos hijos José Luis y Eduardo. José Luis era la alegría y la caballerosidad. Muy querido por sus compañeros de profesión y siempre rodeado de buenos amigos a los que jamás dudó en ayudar y aconsejar. Recordarlo es verle sonreír con un señorío y un saber estar innatos.

Sé que ahora estará en el cielo rodeado de ángeles, a los que con sonrisa pícaro preguntará si saben quién mandó plantar los árboles que hay frente a la plaza de toros de Málaga. D.E.P.

Encarnación Fontao Rey  
Académica de Número

## **INSTRUCCIONES A LOS AUTORES**

Los originales de las publicaciones científicas serán inéditos y para su publicación estarán sometidos a la crítica del Consejo Editorial y revisores especializados.

### **Manuscritos**

Estarán escritos en lengua española y eventualmente en otras, a juicio del Consejo Editorial.

Su extensión no sobrepasará las 20 páginas en tamaño A4, a espacio sencillo, incluyendo figuras, tablas y láminas.

Las ilustraciones se denominarán figuras y llevarán numeración arábiga correlativa. Las tablas se reseñarán con números romanos correlativos.

En el caso de comunicaciones científicas se recomienda que la ordenación de las mismas se ajuste al siguiente esquema: introducción, material y método, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía.

Una vez aceptado el trabajo se enviará el original definitivo y una copia, más un disquete escrito en Word con el texto, figuras y tablas.

### **Bibliografía**

No son recomendables las citaciones a pie de página. Las referencias bibliográficas deberán consignarse al final del texto. Sólo se incluirán aquellas citas que se mencionen expresamente en el artículo. Deberán reseñarse en versalitas de la siguiente forma: PROLONGO (1835) o PROLONGO (1835: 50) cuando se quiera hacer referencia a una página concreta.

Las citas bibliográficas se ordenarán alfabéticamente por autores y cronológicamente para las obras de un mismo autor. Cuando sean varios autores se seguirá el orden alfabético del 2º, 3º, etc., con independencia del año de publicación.

Las citas se harán de la siguiente forma:

SANZ DE GALDEANO, C. & LÓPEZ-GARRIDO, A.C. (1991): Tectonic evolution of the Málaga Basin (Betic Cordillera). Regional implications. *Geodinamica Acta* 5(3): 173-186.

MUÑOZ, D. & UDÍAS, A. (1988): Evaluation of damage and source parameters of the Málaga earthquake of 9 october 1680. In *Historical Seismograms and carthquakq of the world*, pp. 208-221. Academic Press, New York.

GARCÍA MALDONADO, A. (1985): *Terremotos y solidaridad. Granada-Málaga, 1884-1985*. Diputación Provincial de Málaga, Málaga.

### **Correspondencia**

Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias

C/ Moratín, nº 4, 1º B. 29015-Málaga

E-mail: academia@academiamalaguenadeciencias.com / bdgarretas@uma.es





