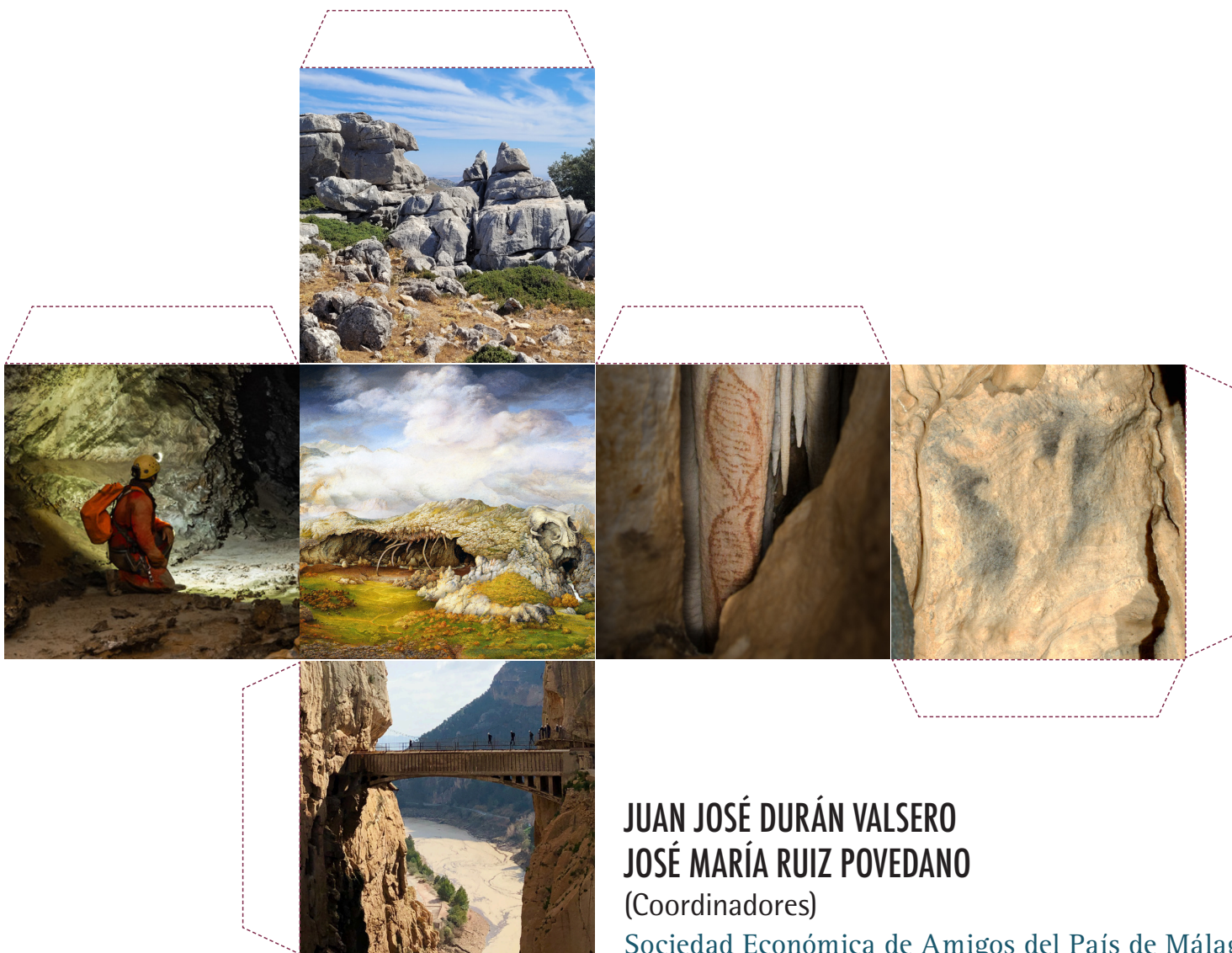


MÁLAGA, TERRITORIO KÁRSTICO

CIUDADES DE PIEDRA, SUPERCUEVAS Y NEANDERTALES PINTORES



JUAN JOSÉ DURÁN VALSERO
JOSÉ MARÍA RUIZ POVEDANO
(Coordinadores)

Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga

ÍNDICE

1. Presentaciones

1.1. Víctor Manuel González García: Un proyecto cultural y científico para explorar.....	9
1.2. Fernando Orellana Ramos: Karst, cuevas, ciencia y cultura	11
1.3. José María Ruiz Povedano: Karst y cuevas de Málaga, paisajes humanizados, hoy Patrimonio Natural, Cultural y de la Humanidad	13
1.4. Juan José Durán Valsero: Los paisajes kársticos y las cuevas como seña de identidad de la provincia de Málaga.....	15

2. Conferencias

2.1. Juan José Durán Valsero: Málaga en el centro del Año Internacional de las cuevas y del karst, 2021.....	19
2.2. Bartolomé Andreo Navarro: Geomorfología e Hidrogeología: un binomio inseparable en la investigación del karst y de las cuevas.....	21
2.3. Rogelio Ferrer Martín: El Parque Nacional de la Sierra de las Nieves, un paraíso de las Z-supercuevas	23
2.4. Luis Efrén Fernández: Últimos avances en la investigación y conservación de la Cueva de Nerja. La búsqueda de un equilibrio frágil.....	25
2.5. Pedro Cantalejo Duarte: Ardales (Málaga) en el origen del arte prehistórico de Europa.....	27

3. Málaga, territorio kárstico

3.1. El Karst y las cuevas en la provincia de Málaga, un patrimonio geológico de primer orden.....	31
3.1.1. Málaga, un territorio kárstico excepcional en el centro del Año Internacional de las cuevas y del karst, 2021.....	32
3.1.2. La provincia de Málaga, un mosaico de geodiversidad kárstica	34
3.1.3. El exokarst: ciudades de piedra.....	36
3.1.4. El exokarst: grandes cañones fluvio-kársticos	38
3.1.5. El exokarst: poljes, dolinas y lapiazes.....	40
3.1.6. El exokarst: travertinos	42

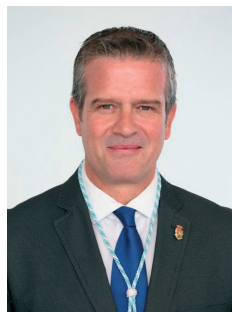
3.1.7. <i>El endokarst: simas y Z-supercuevas</i>	44
3.1.8. <i>El endokarst: Sima GESM y Sima del Aire, dos Z-supercuevas</i>	46
3.1.9. <i>El endokarst: grandes cuevas horizontales</i>	48
3.1.10. <i>El sistema Hundidero-Gato</i>	50
3.1.11. <i>El endokarst: las cuevas litorales</i>	52
3.1.12. <i>El endokarst: las cuevas inundadas</i>	54
3.1.13. <i>Karst y cuevas en yesos</i>	56
3.1.14. <i>El endokarst: cuevas hipogénicas</i>	58
3.1.15. <i>El mundo de los espeleotemas, filigranas minerales</i>	60
3.1.16. <i>El agua kárstica, recurso imprescindible</i>	62
3.1.17. <i>Manantiales de vida y de salud</i>	64
3.1.18. <i>Vida en la oscuridad</i>	66
3.1.19. <i>Espeleología, una aventura apasionante</i>	68
3.2. <i>De los neandertales a la actualidad, una estrecha relación de los humanos con las cuevas malagueñas</i>	71
3.2.1. <i>El ser humano en la Prehistoria y las cuevas malagueñas</i>	72
3.2.2. <i>La Cueva de Nerja, sinergia natural y cultural</i>	74
3.2.3. <i>La Cueva de Nerja, arte en la oscuridad</i>	76
3.2.4. <i>La Cueva de Ardales, una historia de superación</i>	78
3.2.5. <i>La Cueva de Ardales: los pintores neandertales</i>	80
3.2.6. <i>La Cueva de la Pileta, el gran santuario del Sur</i>	82
3.2.7. <i>El arte esquemático en la provincia de Málaga</i>	84
3.2.8. <i>Turismo subterráneo en Málaga</i>	86
3.2.9. <i>Karst y Patrimonio de la Humanidad</i>	88
3.2.10. <i>Karst y cavernas en el arte contemporáneo</i>	90

4. Créditos y agradecimientos

4.1. <i>Autores de las fotografías</i>	95
4.2. <i>Entidades colaboradoras</i>	97
4.3. <i>Exposición y libro-catálogo</i>	99



1. PRESENTACIONES



Un proyecto cultural y científico para explorar

La Sociedad Económica Amigos del País (SEAP) nos invita, desde su sede en la plaza de la Constitución, a explorar las cuevas y zonas kársticas de la provincia de Málaga, en el marco del Año Internacional de las Cuevas y del Karst-2021, promovido por la Unión Internacional de Espeleología y apoyado por más de medio centenar de organismos internacionales.

Esta iniciativa trasciende el concepto tradicional de la cultura y abarca otros campos, como el científico, el histórico, el turístico, el económico y el social. De ahí que la Academia Malagueña de Ciencias haya sumado esfuerzos con la Sociedad Económica Amigos del País y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC) y, en colaboración con el Área de Cultura de la Diputación Provincial de Málaga, presenten un amplio programa de actividades que comprenden una exposición, ciclo de conferencias, visitas guiadas, publicaciones y edición de materiales, que se desarrollarán del 15 de octubre al 9 de diciembre de 2021.

La relevancia que esta celebración tiene para la provincia de Málaga reside en la riqueza y diversidad de la morfología kárstica de su relieve, de gran trascendencia e importancia en el continente kárstico mundial, así como los estrechos vínculos que los hombres del Paleolítico y del Neolítico tuvieron con este territorio malagueño del karst y de las cuevas.

La provincia de Málaga posee algunos de los lugares más espectaculares y destacados de la morfología kárstica de Europa, como el Torcal de Antequera, Patrimonio de la Humanidad, o muchas de sus cuevas y simas, de notable valor, algunas de ellas habilitadas para su visita cultural y turística. Málaga es una de las pocas provincias españolas con cuatro cuevas visitables, excepcionalmente importantes por la riqueza de su patrimonio geológico, cultural e histórico-arqueológico: Nerja, Pileta, Ardales y Tesoro.

La Sierra de las Nieves, Parque Nacional y Reserva de la Biosfera, es un auténtico paraíso de la espeleología vertical, junto con otros lugares españoles emblemáticos, como Pirineos o Picos de Europa, con algunas simas que superan los mil metros de profundidad, en las cuales se están llevando a cabo continuamente exploraciones y descubrimientos excepcionales.

Málaga posee también numerosas cuevas horizontales, algunas de gran desarrollo, como la famosa Cueva del Gato, con más de 10 km explorados hasta el momento. Los espeleólogos, malagueños o no, llevan décadas trabajando en ésta y otras cavidades del extenso *territorio kárstico* malagueño.

Aquí quiero abrir un paréntesis para recordar a un hombre que amó la espeleología, se casó en el interior de una cueva, descubrió y catalogó cavidades desconocidas en la provincia, y dedicó su vida a recorrer los paisajes kársticos de Málaga. Me refiero al fotoperiodista José Antonio Pérez Berrocal —Berro para los amigos— que era presidente de la Federación Andaluza de Espeleología cuando encontró la muerte el 22 de octubre de 2020 en un



accidente de montaña en Parauta cuando contaba con 69 años de edad. Berrocal y Enrique Sánchez, productor audiovisual y gerente de Photoshop, formaron un tándem excelente en la espeleología y en la amistad. Sirva este proyecto de 'Málaga, territorio kárstico. Ciudades de piedra, supercuevas y neandertales pintores' para rendir homenaje de admiración y agradecimiento a José Antonio Pérez Berrocal.

Cerrado este paréntesis, volvemos al Año Internacional de las cuevas y del karst y al ambicioso programa que, con este motivo, han organizado la SEAP y la Academia Malagueña de Ciencias. A través de paneles expositivos, de conferencias de expertos y de visitas guiadas, conoceremos mejor nuestras cuevas y zonas kársticas, descubriremos un mundo apasionante y nos sumergiremos en la historia natural y cultural de la provincia de Málaga. La Diputación no podía estar ajena a esta iniciativa, que pone en valor nuestro patrimonio kárstico y nos sitúa en el mapa a nivel mundial. Bienvenido al pasado, al presente y al futuro de Málaga.

Víctor Manuel González García

Diputado de Cultura de la Diputación Provincial de Málaga





Karst, cuevas, ciencia y cultura

Para la existencia y el desarrollo del ser humano tan importante, al menos, como el marco biológico es el entorno geológico en el que se asienta y desarrolla su actividad.

El agua no sólo es imprescindible para la vida, también es un componente fundamental de la corteza y el subsuelo terrestre. Además, moldea y configura el paisaje y las estructuras geológicas y permite la creación de cuevas o abrigos que, durante miles de años, han sido refugio, hogar, lugar de celebraciones y de enterramiento de muchos seres humanos.

La generosidad de la Excma. Diputación de Málaga y la sinergia con la Sociedad de Amigos del País de Málaga nos permiten compartir públicamente el magnífico trabajo del académico e investigador Juan José Durán Valsero, miembro del Instituto Geológico y Minero de España y sin duda uno de los hidrogeólogos de más prestigio internacional.

Nuestra Academia Malagueña de Ciencias, desde el mismo momento de su fundación, en 1872, como Sociedad Malagueña de Ciencias Físicas y Naturales, ha prestado una singular e intensa atención a la geología de la provincia. Con los pioneros y revolucionarios estudios de Domingo de Orueta y Aguirre y Domingo de Orueta Duarte, instauradores de la Geología moderna en España y poco después a todo lo relacionado con las cuevas y la arqueología malagueñas. Bien invitando a estudiosos de alto reconocimiento (Henri Breuil) o con las investigaciones y publicaciones de los propios socios (Eduardo Navarro, Miguel Such, Simeón Giménez Reyna). Aportando también una sistemática de estudio y análisis totalmente novedosa para su época. Todos estos estudios se plasmaron en interesantes y completas publicaciones y conferencias. El interés por estos temas y el estudio de los mismos continúan vigentes hasta la actualidad.

Reivindicar la importancia del agua también ha sido una constante en nuestros, casi ya, ciento cincuenta años de historia. El agua como un factor esencial en la provincia de Málaga. También como un bien escaso y patrimonio común, a proteger con normas adecuadas, que no queden sólo en textos sin aplicar y políticas audaces y justas. Agua de calidad y al servicio de toda la sociedad, en primer lugar de los ciudadanos.

La celebración del *Año Internacional de las cuevas y del karst* ha servido de catalizador de diversas publicaciones, ya compartidas y para la organización de esta exposición sobre estos temas en Málaga, comisariada por el doctor Durán Valsero, al que agradecemos profundamente su excelente y generosa labor.

La provincia de Málaga es un territorio excepcionalmente rico en estas formaciones geológicas. Por ello, esta exposición, completada con este magnífico libro-catálogo y toda la serie de conferencias, jornadas y visitas que la enriquecen, constituyen un excelente medio de exposición de nuestras riquezas naturales y de las expresiones





culturales, artísticas, tecnológicas y científicas relacionadas con ellas. Actividades englobadas bajo el título *Málaga, territorio kárstico: ciudades de piedra, supercuevas y neandertales pintores*.

Este conjunto de eventos reafirman la inseparable relación entre cultura, ciencia y naturaleza. A través del estudio de estos fenómenos de la naturaleza iremos resaltando su íntima relación con las primeras expresiones artísticas y culturales de los humanos en nuestra provincia, de las más antiguas de Europa, nuestra historia colectiva, las manifestaciones de la ciencia y la tecnología desarrolladas por nuestros antecesores, su análisis y la constatación de que #CienciaesCultura.

Gracias a todos los ponentes (Luis Efrén Fernández, Rogelio Ferrer Martín, Juan José Durán Valsero, Bartolomé Andreo Navarro y Pedro Cantalejo Duarte) por su generosidad y excelente trabajo. Ellos conforman un elenco de verdadero lujo que enriquece y pone al día todo el conocimiento sobre el karst y las cuevas en Málaga. Gracias a la Excm. Diputación, a su presidente Francisco Salado Escaño y a su Diputado de Cultura, Víctor González García, no sólo por su apoyo a estas actividades, también por su sensibilidad con el medio ambiente de nuestra provincia y con riqueza biológica, geológica, paisajística y cultural.

La colaboración, desde la independencia, el rigor y la coherencia, entre Administraciones e Instituciones de la Sociedad Civil, produce actuaciones que sirven a la población y enriquecen el conocimiento personal y colectivo, contribuyendo a elevar la cultura, espíritu crítico y libertad de personas y entidades. La suma de esfuerzos produce resultados muy superiores a los conseguidos con acciones aisladas.

En este sentido, nuestro sincero y gran agradecimiento a la Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga y a su presidente José María Ruiz Povedano. Una vez más hemos sabido encontrar juntos, sintonizando nuestras diferentes realidades al servicio de los ciudadanos y de Málaga, ofreciendo divulgación, rigurosa y de calidad, del conocimiento y la cultura.

Fernando Orellana Ramos

Presidente de la Academia Malagueña de Ciencias



Karst y cuevas de Málaga, paisajes humanizados, hoy Patrimonio Natural, Cultural y de la Humanidad

Con motivo del *Año Internacional de las cuevas y del karst*, la Academia Malagueña de Ciencias y la Sociedad Económica de Amigos del País impulsamos, una vez más, un proyecto de divulgación científica y cultural, que en este caso trata sobre el territorio de nuestra provincia —paradigma del relieve y subsuelo kárstico— y sobre las manifestaciones “artísticas” de los primeros humanos que lo habitaron.

La investigación pasada y reciente recalca el relevante papel de Málaga, dentro de los paisajes kársticos de Europa, que reúne uno de los conjuntos de mayor interés de y para la ciencia y también del público en general. De ahí, el empeño que nos lleva a ambas entidades a aprovechar la efeméride para hacer más inteligible este patrimonio natural y cultural de primer orden, darle mayor visibilidad en su identificación y ubicación, con la organización de la exposición *Málaga, territorio kárstico: ciudades de piedra, supercuevas y neandertales pintores*.

Además, hemos querido complementarla con una *Jornada Científico-técnica* y varias *visitas guiadas* al territorio. La primera permite el encuentro con expertos y especialistas para actualizar el conocimiento y estado de la investigación sobre cuestiones de máxima actualidad. Dos ejemplos ilustran este interés: tanto el descubrimiento de una nueva cueva en La Araña, como la atribución de las primeras huellas “pictóricas” de la cueva de Ardales a los neandertales (*homo neandertalensis*), auténtica implosión científica que ha cambiado la datación cronológica del arte prehistórico. El acercamiento a conocer *in situ* esta compleja realidad de tanta diversidad geomorfológica, como riqueza cultural, permitirá el aprendizaje conceptual y didáctico, junto con el respeto ambiental de estos paisajes tan representativos de nuestra provincia, tan tempranamente humanizados y *compartidos* por las pioneras comunidades que nos precedieron en el territorio.

Los Amigos del País queremos expresar nuestro agradecimiento a D. Francisco Salado, Presidente de la Diputación de Málaga y a D. Víctor M. González García, Diputado de Cultura, por su apoyo y patrocinio, y al conjunto de técnicos y trabajadores de esta área, por la ayuda mantenida a través de este marco de colaboración fructífera durante los últimos años y renovado en el presente.

Este proyecto divulgativo, científico y educativo, busca con el máximo interés dar mayor visibilidad a un patrimonio que aúna cultura y naturaleza de forma singular en la provincia de Málaga. Así lo reconocía la UNESCO en 2016 al declarar Patrimonio de la Humanidad al conjunto de los Dólmenes, Peña de los Enamorados y Torcal de Antequera, un territorio intensamente humanizado. En la actualidad, existe la pretensión de ampliar ese reconocimiento de patrimonio mundial para el Caminito del Rey y su entorno, otro de los paisajes kársticos malagueños que compartió y aprovechó el hombre desde la Prehistoria hasta hoy. Esta exposición pretende apoyar esa aspiración y reforzar la protección de este emblemático y singular paisaje.





Siendo importante el aprendizaje compartido del medio natural y de las primeras huellas humanas, esta exposición tiene el propósito de fomentar actitudes de respeto, cuidado y conservación de la naturaleza y de la cultura en general y de nuestra provincia en particular. Educar en valores ambientales a los ciudadanos es una labor y responsabilidad de las instituciones y de los numerosos colectivos sociales que hoy disfrutan de nuestros privilegiados paisajes y entornos naturales. Los Amigos del País, conscientes de que cada día aumenta el número de hombres y mujeres que salen al campo, pasean, “descubren” y comparten esos espacios, tienen —también sienten— necesidad de “interrogar” y de saber cómo y cuándo se formaron, cuáles fueron las formas de relación humanas con la naturaleza que les rodea, o qué desafíos y problemas les afectan en la actualidad.

Estos interrogantes son los objetivos que nos lleva a plantear este conjunto de actividades: aspiramos, desde la geología y la historia, a difundir e interpretar el paisaje kárstico, omnipresente en la superficie y el subsuelo de la provincia, así como la estrecha vinculación que el ser humano ha mantenido con las cuevas desde la Prehistoria hasta la actualidad (antaño, hábitat/residencia, necrópolis y “santuario”, hogaño, campo de investigación histórica, arqueológica y espeleológica).

Reitero el propósito común de las entidades organizadoras de esta exposición, de la jornada científica y de las visitas guiadas: hacer más visible los paisajes, la naturaleza y la historia de la actual provincia de Málaga, territorio paradigmático del karst y de las cuevas. Con su desarrollo creo que plasmamos y ponemos al alcance de todos los grupos de la sociedad malagueña las herramientas para conocer y reconocernos en el entorno natural que nos rodea. Durante los meses de octubre a diciembre de 2021, queremos que Málaga ocupe un lugar central en la celebración del *Año Internacional de las cuevas y el karst*, así declarado por la UNESCO, en concurrencia con otros organismos y entidades,

Acabo estas líneas expresando mi profundo agradecimiento y el de la Junta Directiva a la fraternal Academia Malagueña de Ciencias, a su respetado Presidente y querido amigo D. Fernando Orellana y al académico D. Juan José Durán Valsero, geólogo del Instituto Geológico Minero de España, por la labor que de manera tan eficaz como generosa ha realizado en el diseño y coordinación de las actividades de este proyecto destinado a difundir la imagen y realidad de *Málaga, territorio kárstico*, con “lecturas” y “miradas”, tan rigurosas como didácticas.

José María Ruiz Povedano

*Presidente de la Sociedad Económica
de Amigos del País de Málaga*



Los paisajes kársticos y las cuevas como seña de identidad de la provincia de Málaga

Es muy probable que un amplio porcentaje de los malagueños y las malagueñas no sepan lo que significa la palabra karst. Y es igualmente probable que muchos y muchas hayan oído hablar, e incluso que hayan visitado alguna vez algunas de las cuevas malagueñas habilitadas para su visita turística, a saber, la cueva de Nerja, la del Tesoro, la de Ardales o la de la Pileta. Por ello, esta iniciativa, un acertado cóctel de exposición, jornadas científico-divulgativas y excursiones, llevada a cabo por la Academia malagueña de Ciencias y la Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga, con la colaboración de la Diputación de Málaga y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), tiene un doble objetivo: el primero, en sintonía con el Año Internacional de las cuevas y del karst-2021, impulsado por la Unión Internacional de Espeleología, es acercar al conjunto de la ciudadanía (malagueña y foránea, aprovechando la condición de Málaga de ciudad turística) una realidad para muchos desconocida: la extraordinaria riqueza y diversidad del karst y las cuevas malagueñas, así como su significado y trascendencia naturalística, cultural, patrimonial, económica y social; el segundo es rendir un merecido homenaje a la labor de los numerosos espeleólogos y científicos que desde hace décadas (en realidad siglos) vienen trabajando denodadamente para que esta realidad sea conocida y divulgada en el concierto científico nacional e internacional, con éxitos espectaculares muy recientes.

El karst es un tipo de modelado terrestre que ocupa un porcentaje importante de la superficie emergida del planeta. Vinculado a los afloramientos de rocas solubles (calizas, dolomías, mármoles, yeso y otras sales), en España casi un 30% de la superficie son rocas karstificables, que albergan en su interior 15.000 millones de metros cúbicos de aguas subterráneas renovables anualmente, de gran calidad, y unas 30.000 cuevas conocidas, exploradas y cartografiadas.

La humanidad ha mantenido nexos muy estrechos con los territorios kársticos desde sus momentos más tempranos, por la presencia de cuevas, la existencia de agua en su interior durante todo el año y la existencia de manantiales en los bordes de los acuíferos kársticos. Estas circunstancias han condicionado la existencia de ecosistemas muy favorables a ciertas comunidades vegetales y animales y, en consecuencia, a los seres humanos cazadores-recolectores. La provincia de Málaga ha jugado un papel importante a lo largo de la historia en lo relativo a la investigación del karst, de las cuevas y de sus contenidos y habitantes. Desde el siglo XIX atrajo a viajeros, naturalistas y prehistoriadores, algunos de ellos de reputación internacional, hacia sus sierras y cavidades, descubriendo al mundo un suelo y un subsuelo de gran interés científico.

También en otros aspectos Málaga fue pionera: la primera cueva turística de España comenzó a funcionar aquí; la cueva de Ardales, en el año 1860, entonces denominada cueva de la Calinoria, anticipando lo que sería mucho tiempo después una espléndida realidad: el 10% de las cuevas turísticas españolas están en la provincia de



Málaga, y entre las cuatro presentan una variedad y riqueza geológica, biológica, arqueológica e histórica difícil de superar. Precisamente en la cueva de Ardales acaba de descubrirse que las primeras pinturas rupestres que se plasmaron en sus paredes fueron obras de neandertales, seres humanos diferentes de los sapiens, únicos que hasta hace poco la comunidad científica admitía que disponía de capacidad para el pensamiento simbólico.

También en el marco espeleológico, el ámbito malagueño ha brillado en algunos momentos relativamente recientes: en la década de los 70 del siglo pasado un puñado de atrevidos espeleólogos malagueños, junto con otros colegas foráneos, consiguieron explorar la primera sima con una profundidad mayor de 1.000 metros del sur de la península ibérica, dando lugar al inicio de una serie de descubrimientos sucesivos de grandes cavidades, hoy denominadas Z-supercuevas, o sea, grandes cavidades de desarrollo fundamentalmente vertical (algo así como los ochomiles de la Espeleología) que surcan el subsuelo del hoy flamante Parque Nacional de la Sierra de las Nieves.

Tampoco podemos olvidar un rasgo especialmente sobresaliente de la provincia de Málaga, desconocido igualmente por la mayoría de sus habitantes: es el territorio europeo con mayor porcentaje de su superficie ocupado por “ciudades de piedra”, esas impresionantes morfologías exokársticas que se asemejan a construcciones humanas, ruiformes, que tantos ríos de tinta han hecho correr sobre su origen y significado. El Torcal de Antequera, la más conocida de ellas, está hoy catalogado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, junto con los dólmenes de Antequera y la Peña de los Enamorados. Otros paisajes igualmente sorprendentes, como el Desfiladero de los Gaitanes, en El Chorro, que opta igualmente a dicha calificación, figuran en muchos manuales de geomorfología europeos, como uno de los cañones fluvio-kársticos más impresionantes del continente. Y algo similar ocurre con la Presa de los Caballeros, construida en el primer tercio del siglo XX, delante de la boca superior del Sistema Hundidero-Gato, que siendo una de las proezas ingenieriles más notables del momento por su elegante diseño constructivo como presa de bóveda, aparece en muchos manuales de Ingeniería Geológica como uno de los fracasos más sonados, y al tiempo pedagógicos, entre las presas construidas en terrenos kársticos.

En definitiva, Málaga es un territorio kárstico por excelencia, y sus habitantes deben saberlo y estar orgullosos de ello. Esta iniciativa, titulada “Málaga, territorio kárstico: ciudades de piedra, supercuevas y neandertales pintores” es un canto a la importancia del karst y de las cuevas. Y una llamada poco menos que desesperada para su exploración, estudio, investigación, protección y divulgación. En ello nos va, entre otras cuestiones, la credibilidad en el ámbito internacional de cuidar y valorar la excelencia de lo que tenemos.

Juan José Durán Valsero

Académico Correspondiente de la Academia Malagueña de Ciencias

Investigador Científico del IGME-CSIC



2. CONFERENCIAS



Málaga, en el centro del Año Internacional de las cuevas y del karst, 2021

2021 ha sido declarado como Año Internacional de las cuevas y del karst (AICK). La propuesta del AICK-2021 ha partido de la Unión Internacional de Espeleología (UIS), apoyada por una cincuentena de organizaciones nacionales e internacionales, entre ellas ISCA, la Asociación Internacional de Cuevas Turísticas. La aprobación de dicho año internacional ha correspondido a la UNESCO, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Los objetivos del AICK se resumen muy gráficamente mediante tres verbos: Explorar, Entender y Proteger:

- Explorar, para ampliar el conocimiento de nuevas áreas kársticas y cuevas a lo largo y ancho del planeta. El llamado *continente kárstico* continúa teniendo aún muchas fronteras por derribar.
- Entender, desde la ciencia, el significado de los procesos que se desarrollan en el karst y en las cavidades, así como la trascendencia socioeconómica que tienen estos territorios y la importancia de la diversidad natural de los mismos.
- Proteger, para conservar un patrimonio natural y cultural con destacados valores ambientales e históricos, cuyos exponentes fundamentales forman parte importante del Patrimonio Mundial.

El hecho de que una agencia de Naciones Unidas se haya fijado en las cuevas y el karst para una iniciativa tan relevante significa, evidentemente, que, aunque poco conocidos, estos ámbitos son muy importantes.

El karst es un tipo de paisaje fundamentalmente rocoso, que se desarrolla mayoritariamente en rocas carbonáticas (calizas, dolomías, mármoles) y evaporíticas (yesos, sales), con formas superficiales muy características (dolinas, poljes, cañones, ciudades de piedra, lapiazes) y con numerosas cavidades subterráneas en el subsuelo, ligadas a la disolución de la roca en profundidad por el agua subterránea. Un exponente fundamental del karst son las cuevas. Habitualmente forman redes complejas, que pueden alcanzar extraordinarias dimensiones (cientos de kilómetros de desarrollo y hasta dos mil metros de profundidad), dando lugar a paisajes subterráneos de extrema belleza, de gran valor geológico, biológico y cultural, en este último caso en las cuevas con las que el hombre ha interactuado en el curso de la historia. El karst tiene muchas connotaciones naturalísticas y de conservación de la diversidad natural, pero también atesora abundantes recursos utilizables por la humanidad, desde el agua subterránea almacenada en los acuíferos kársticos, hasta los recursos minerales presentes en las rocas y en los yacimientos de origen kársticos, sin olvidar la enorme potencialidad turística y, por supuesto, la científica. La provincia de Málaga es un territorio kárstico por excelencia. Posee algunos de los lugares más espectaculares de Europa, como por ejemplo el Torcal de Antequera, declarado patrimonio de la Humanidad, así como una cantidad muy notable de cuevas y simas, algunas de ellas habilitadas para su visita turística. De hecho, Málaga es una de las pocas provincias españolas con cuatro cuevas visitables, en las que los aspectos relativos al patrimonio geológico y al arqueológico-cultural son excepcionalmente importantes en todas ellas: Nerja, Pileta,





Ardales y Tesoro. La Sierra de las Nieves, recientemente declarada Parque Nacional, es un auténtico paraíso de la Espeleología vertical, junto con otros lugares emblemáticos de la península ibérica, como Pirineos o Picos de Europa, con simas que superan los mil metros de profundidad y una red tridimensional de las denominadas Z-supercuevas (grandes simas verticales) llamada a ser una de las mayores y más interesantes científicamente del planeta. También merecen ser destacados algunos sistemas subterráneos por su desarrollo horizontal, como el Sistema Hundidero-Gato o el sistema de las Motillas-Ramblazo (a caballo entre Málaga y Cádiz, las cuevas no entienden de fronteras), así como la existencia de notables cavidades en yeso en algunos de los karsts yesíferos existentes (Salinas, Archidona, Antequera y Gobantes). En la entrada de la boca de Hundidero se sitúa la abandonada Presa de los Caballeros de Montejaque, uno de los ejemplos más relevantes de la historia reciente de la Ingeniería Geológica, por el bello diseño del esbelto cuerpo de la presa y por el desastroso resultado de los numerosos intentos de detener las filtraciones de agua que condujeron al fracaso del embalse y del proyecto hidroeléctrico que llevaba parejo. Una de las señas de identidad del karst malagueño es la existencia de numerosos “torcales”, que junto con el de Antequera, configuran el conjunto de *ciudades de piedra* más extenso y variado de Europa, vinculadas a los principales afloramientos de las series jurásicas del dominio geológico Penibético: Los Riscos de Cartajima y los torcales de la Sierras del Valle de Abdalajís, Líbar y la Utrera. Los paisajes exokársticos malagueños son ricos en todas las morfologías típicas del karst: grandes poljes, como el de Benaoján; campos de dolinas y extensos campos de lapiares, típicos de casi todas las sierras rondeñas; cañones fluvio-kársticos espectaculares, como los de El Chorro, abierto por el río Guadalhorce y surcado en las alturas por el afamado Caminito del Rey; manantiales de gran caudal, algunos de ellos vinculados a edificios travertínicos de gran tamaño, como los de Maro o Jorox; baños termales y de aguas de mineralización especial, como los de Carratraca, Manilva o Vilo. Y en el ámbito del endokarst malagueño también existen algunas cavidades especialmente significativas, desde el punto de vista de la dificultad de su exploración o de su interés científico: las ya citadas grandes simas de la Sierra de las Nieves (Sima GESM, Sima del Aire y otras en exploración actualmente); cavidades sumergidas por debajo del nivel freático, y exploradas por espeleobuceadores, como el nacimiento de Zarzalones o Río Grande; o las interesantísimas cuevas hipogénicas, como la cueva de los Órganos de Mollina. Imposible olvidarse del enorme contenido paleontológico y arqueológico existente en el conjunto de cuevas y abrigos malagueños, con yacimientos de relevancia internacional, como Nerja, Ardales, Pileta, Bajondillo, Alcaucín, Teba y muchos más. Especialmente destacable es el corpus de pinturas y grabados rupestres paleolíticos existentes, sin duda los más importantes por detrás de los yacimientos franco-españoles del sur de Francia y de la cornisa cantábrica, y actualmente en la cúspide científica debido al descubrimiento de pinturas rupestres neandertales.

Sin lugar a duda, Málaga está de celebración, en el contexto del Año Internacional de las cuevas y del karst-2021, con argumentos más que suficientes para sentirse uno de los centros neurálgicos del *continente kárstico*.

Juan José Durán Valsero

Académico Correspondiente de la Academia Malagueña de Ciencias

Investigador Científico del IGME-CSIC



Geomorfología e Hidrogeología: un binomio inseparable en la investigación del karst y de las cuevas

Existen referencias a las cuevas y al medio kárstico en general que datan de culturas chinas anteriores a nuestra era y que continuaron en la Grecia y Roma clásicas. Ello se debe a la abundancia de fenómenos kársticos en áreas tropicales y templadas (mediterráneas), donde afloran rocas solubles (carbonatos y evaporitas fundamentalmente) que imprimen una singularidad al territorio y enriquecen su patrimonio natural y cultural.

Durante los siglos XVIII y XIX se realizaron mapas y cortes geológicos para relacionar la infiltración del agua y la presencia de manantiales. El término *Hidrogeología*, como tal, apareció en 1802, de la mano de Lamarck, para referirse al *estudio de los procesos geodinámicos externos en relación con el agua*. Sin embargo, el estudio de los procesos geológicos relacionados con las aguas (tanto superficiales como subterráneas) y las formas resultantes, con el paso del tiempo, pasó a ser objeto de la Geomorfología. La Hidrogeología se considera actualmente la ciencia encargada de estudiar las aguas subterráneas, tanto en lo relativo a los aspectos cuantitativos y de flujo, como cualitativos, de gestión y de protección.

Cuestiones terminológicas aparte, en los medios kársticos es quizás donde mejor se manifiesta la estrecha relación que existe entre Geomorfología e Hidrogeología, de tal manera que es difícil entender el funcionamiento del karst sin la integración de observaciones y de técnicas de estudio de una y de otra disciplina científica.

El desarrollo de las geoformas kársticas está condicionado por una serie de factores (geológicos, climáticos, hidrodinámicos, físico-químicos y biológicos). El flujo del agua en el medio kárstico condiciona la dinámica y el desarrollo de esas formas, tanto en superficie (exokarst) como en el interior (endokarst). Así, a partir de las discontinuidades que afectan al macizo rocoso (fracturas, estratificación), el agua genera conductos kársticos que aumentan de tamaño con el tiempo, hasta que el flujo se puede producir con tal facilidad que la karstificación se ralentiza (se autorregula). La evolución geológica determina que estos conductos se conviertan en cuevas colgadas por encima de la cota de los manantiales o de los cauces próximos, sus niveles de base relativos. En definitiva, la karstificación es un proceso dinámico en el espacio y en el tiempo: se generan y se destruyen geoformas como consecuencia de la acción predominante del agua subterránea. Así ocurre en el denominado “karst clásico” donde el encajamiento de la red de drenaje kárstica se produce bajo la influencia de la gravedad, aunque hay contextos en los que la karstificación está condicionada por otros factores: karst hidrotermal, karst sulfúrico, karst litoral o costero. En cualquier caso, Geomorfología e Hidrogeología son dos ciencias complementarias para el conocimiento de los medios kársticos.





El resultado del flujo del agua por el medio kárstico es el desarrollo de lo que se denomina porosidad y permeabilidad secundaria, debido a la disolución de las rocas. Dichas propiedades hidráulicas permiten, no sólo el flujo, sino también el almacenamiento del agua subterránea, lo que convierte a los acuíferos kársticos en unos de los más importantes a escala planetaria, tanto por la superficie de afloramiento como por el aprovechamiento de sus recursos hídricos.

Por lo que se refiere a la investigación en cuevas, cabe señalar que se ha centrado en temas diversos: estudio de espeleotemas (tanto de su forma, como de la composición geoquímica y del interés de esta para estudios paleoclimáticos), de los procesos de infiltración y de flujo de agua en la zona no saturada, de riesgos de colapso o de la flora y la fauna, entre otros muchos.

La cartografía geomorfológica es una herramienta básica para cualquier investigación hidrogeológica en medio kárstico, por la relación directa que tienen las formas del modelado en la infiltración y en el flujo del agua subterránea, y viceversa. La investigación en Hidrogeología Kárstica se ha desarrollado a partir del último cuarto del siglo XX, con posterioridad a la Geomorfología. Aparte de las técnicas geológicas y geomorfológicas básicas, la investigación hidrogeológica en karst se realiza mediante métodos basados en el control de caudales de manantiales (hidrogramas) y niveles piezométricos en sondeos, temperatura y turbidez del agua, composición química e isotópica y trazadores (naturales y artificiales), entre otros.

La investigación en medios kársticos debe hacerse aplicando diversas técnicas geomorfológicas e hidrogeológicas que son complementarias. La utilización conjunta de todas ellas permite superar las limitaciones de datos parciales, por lo que las interpretaciones suelen ser más robustas. En consecuencia, las decisiones que puedan tomarse para la gestión y protección de los medios kársticos estarán más fundamentadas desde el punto de vista científico.

Bartolomé Andreo Navarro

Catedrático de Hidrogeología de la Universidad de Málaga



El Parque Nacional de la Sierra de las Nieves, un paraíso de las Z-supercuevas

El año 1971 fue el punto de partida de una nueva realidad para el macizo de la Sierra de las Nieves; ese año, un grupo de jóvenes espeleólogos iniciaron una etapa cuyas consecuencias han llegado hasta nuestros días. Desde aquel momento se sucedieron una serie de descubrimientos que han ido situando a esta sierra como la principal referencia de la Espeleología en el territorio andaluz. Décadas después, entidades como el Instituto Geológico y Minero de España, (IGME) tras años de estudios científicos del conjunto del karst allí desarrollado, denomina el complejo kárstico que se oculta bajo la superficie de la Sierra de las Nieves como el “Reino de las Z-Supercuevas”. Esta denominación viene avalada por dos conceptos básicos para el desarrollo espeleológico: de un lado, el gran desnivel que alcanzan las simas, por la existencia de una gran zona no saturada, que varía entre los -300 m y los -1.000 m de profundidad; son necesarias unas excepcionales cualidades físicas y técnicas para adentrarse en ellas, explorarlas y fotografiarlas; y de otro, el gran desarrollo descubierto en los últimos 20 años. Ambas circunstancias ponen de manifiesto el vasto territorio subterráneo que poco a poco se va desentrañando a medida que los espeleólogos avanzan por la intrincada red de galerías, y que confirman un futuro lleno de alicientes, como conclusión de los diferentes estudios y proyectos de investigación que se están llevando a cabo.

La compleja geología de la Sierra de las Nieves ha hecho posible el apilamiento de materiales carbonáticos (mármoles dolomíticos y calizas mesozoicas) debido a los acontecimientos geológicos alpinos y determinado que los materiales karstificables se superpongan hasta superar los 1.500 metros de espesor, dando lugar a un “karst de relieve alto”, en claro contraste con los relieves más moderados que rodean este imponente macizo kárstico.

La intrincada tectónica, con fallas de dirección predominante NE-SO, una pluviometría abundante en forma de nieve y agua y el gran potencial de rocas carbonáticas, han creado un espacio privilegiado para la formación de grandes sistemas subterráneos, con cavidades que alcanzan los 1.000 metros de profundidad, como es el caso de la Sima GESM-Sima de la Luz. Estas cavidades han sido testigos directos de la tenacidad del agua y del tiempo, al canalizar los ingentes flujos de agua necesarios para moldear estos espacios, con el objetivo de conectar las zonas de captación (zonas altas) con las de emisión (puntos de surgencia o de descarga).

Estas cavidades de carácter eminentemente vertical (denominadas “simas o Z-cuevas”) han sido hasta hace bien poco, patrón indiscutible y predominante en la sierra. Sin embargo, a partir del año 2000, nuevos descubrimientos modificaron este patrón de manera definitiva, apareciendo una morfología mixta, donde grandes conductos verticales (simas) acaban capturando redes más antiguas de carácter subhorizontal, característico de las cuevas en sentido estricto. Actualmente el conjunto de la red principal, aún inconexa, supera los 40.000 m de desarrollo topografiado. Sólo cinco de ellas (Sima GESM-Sima de la Luz, Sima del Aire, Sima del Nevero, Sima Prestá y el Sifón de Zarzalones o Río Grande) acumulan el desarrollo citado anteriormente.





Fue en esta sierra donde, por primera vez, un equipo netamente nacional logró la hazaña de explorar y llegar a la nada desdeñable profundidad de 1.000 m. Y fue también aquí donde se logró un récord mundial que hoy día sigue vigente al superar un equipo de espeleobuceadores el mayor sifón del mundo a esa profundidad.

Pero nuestra provincia ofrece, además del apasionante mundo subterráneo de la Sierra de las Nieves, otras cavidades emblemáticas, como el Sistema Hundidero-Gato, a caballo entre los municipios de Benaolán y Montejaque, ubicado en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, con un desarrollo de más de 10.000 m y 164 m de desnivel. Esta cavidad, ha sido tradicionalmente un referente como la mayor cavidad fluviookárstica de Andalucía, siendo el Río Gadales el escultor que ha tallado subterráneamente el paquete carbonático que se interponía en su camino hacia el río Guadiaro, creando un recorrido subterráneo absolutamente asombroso, plagado de grandes galerías, lagos, cascadas y espacios majestuosos como la “Plaza de Toros”, o la “Sala Súper” con un volumen de 300.000 m³, la mayor sala de Andalucía.

Cerca del Sistema Hundidero-Gato, concretamente en la Sierra del Parralejo, en el Parque Natural de los Alcornocales y a caballo entre las provincias de Málaga (Cortes de la Frontera) y Cádiz (Jimena de la Frontera), se localiza otra gran cavidad menos conocida por el gran público, pero sí por el colectivo espeleológico: el Complejo Rambazo-Motillas. Tiene un desarrollo de 9.133 m y dimensiones más discretas en cuanto a volúmenes, pero de alto interés, por la belleza de las formas que el agua ha creado en su interior; meandros, conductos a presión, marmitas, ofreciendo un “espectáculo de piedra” que no deja de sorprender en cada uno de sus rincones.

La provincia de Málaga ofrece un patrimonio kárstico de primer nivel, que debe ser reconocido, difundido y valorado, junto con las demás cavidades existentes en el resto del territorio de la comunidad autónoma andaluza.

Rogelio Ferrer Martín

Grupo de Exploraciones Subterráneas de la Sociedad Excursionista de Málaga



Últimos avances en la investigación y conservación de la cueva de Nerja. La búsqueda de un equilibrio frágil

Descubierta en 1959, desde un primer momento se evidenciaron los enormes valores patrimoniales que atesoraba la Cueva de Nerja. Un yacimiento arqueológico de primera magnitud, contenido en un espacio endokárstico no menos imponente. El interés de las autoridades de la época en potenciar el incipiente desarrollo turístico de la Costa del Sol, provocó el rápido comienzo de las intervenciones arqueológicas, obligadas para permitir el tránsito de los visitantes y posteriormente entrarían a investigar equipos de geología y biología. La arqueología, de la mano de M. Pellicer y de F. Jordá, se alternará con la exploración espeleológica, del arte rupestre y de una larga serie de estudios geológicos y sobre la biología de la cueva.

Con la creación en 1979 del Consejo Científico y el impulso que se da a la conservación e investigación del monumento desde 1999, fecha en la que inicia sus trabajos el Instituto de Investigación de la Cueva de Nerja, comenzará la etapa que nos lleva hasta hoy día, donde la gestión científica de la cueva se diseña para la compleja tarea de conciliar la explotación del monumento como recurso turístico natural y cultural, con la preservación de uno de los mayores yacimientos arqueológicos de Europa, enmarcado en un medio físico catalogado como Lugar de Interés Geológico de Relevancia Internacional y, por tanto, candidato a figurar en la lista internacional del Patrimonio Geológico. Siendo también un ecosistema subterráneo de primer orden, en el que han sido descritas, hasta el momento, tres especies endémicas de la cavidad.

Desde 2008 hasta la actualidad, los avances en la investigación vienen de la mano de un Proyecto General de Investigación interdisciplinar (PGIi) autorizado por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Tiene como objetivo primordial hacer posible la conservación sostenible de la cavidad y se organiza desde una imprescindible vocación interdisciplinar. Arqueología, Geología y Biología, junto con varias ciencias y técnicas auxiliares de estas disciplinas, constituyen las sólidas bases sobre las que se asienta este proyecto, en el que se integran más de 120 investigadores de varias instituciones académicas y científicas, tanto nacionales como internacionales.

Con un amplio bagaje de varias décadas de investigación en las tres ciencias, que generaron una decena de monografías y obras de difusión, la edición de las actas de varios congresos y simposios especializados, junto con más de un centenar de publicaciones científicas, el PGIi ha incrementado de forma notable los hallazgos en todas las ramas, así como la información científica disponible.

Los estudios geológicos han hecho posible el descubrimiento de un enorme cavernamiento paralelo y relacionado con el conocido, y notables avances sobre la génesis e historia geológica de la cueva, la caracterización de carbonatos actuales, el origen, procesos y movimiento de gases (CO₂, metano) en el sistema kárstico o el papel del agua de condensación en la conservación de la cueva, entre otros. Los estudios microclimáticos han permi-





tido establecer un nuevo modelo de ventilación natural de la cavidad, fundamental para equilibrar visitabilidad y conservación. Los resultados de los sondeos mecánicos y los estudios geofísicos interiores están facilitando la programación de los trabajos arqueológicos actuales y de futuro.

Por su parte, los estudios relacionados con la biología de la cavidad se han dirigido fundamentalmente a trabajos de campo y laboratorio destinados a paliar los efectos de los *biofilms* fotosintéticos. Caracterizados los microorganismos, se trabaja en el tipo de iluminación escénica más adecuada para la cueva. El estudio de la fauna troglobia, fundamental para evaluar la salubridad general del medio ambiente del cavernamiento, ha hecho también posible la caracterización de una nueva especie endémica de Nerja, el isópodo *Porcellio narixae*.

En lo relativo a la arqueología, contrastada una secuencia estratigráfica que abarca desde el Gravetiense hasta los primeros horizontes de transición Calcolítico/Bronce, las primeras actuaciones se enfocaron a la consolidación y protección de las áreas excavadas. De forma simultánea se trabaja en la caracterización física del Contexto Arqueológico Interno. Esto ha permitido recuperar numerosos datos relacionados con un importante uso funerario de las salas intermedias e internas, que corrobora la documentación obtenida en las excavaciones de las salas exteriores y abre nuevas posibilidades interpretativas que sitúan a Málaga como una de las cunas del mundo megalítico.

En relación al arte rupestre, se ha incrementado el inventario con nuevos figurativos, evidencias gestuales de sus autores, dataciones que, en el caso de los testimonios gráficos del Magdaleniense Inferior, complementan los datos estratigráficos y las dataciones de varias manifestaciones gráficas que se remontan, por el momento, al Gravetiense.

Los estudios de iluminación, estática y dinámica, de las fuentes de combustible y de las vías de progresión paleoespeleológicas han experimentado un notable impulso, al igual que la elaboración de modelos 3D mediante fotogrametría, útiles en la investigación e imprescindibles para la divulgación del arte frágil y no accesible. Todo ello ha permitido implementar progresivas actualizaciones de los protocolos de conservación del Bien de Interés Cultural que es la Cueva de Nerja.

Luis Efrén Fernández

Instituto de Investigación de la Cueva de Nerja



Ardales (Málaga) en el origen del arte prehistórico de Europa

A medida que se han ido aplicando nuevas tecnologías al análisis y estudio del arte rupestre prehistórico malagueño, se ha suscitado un enorme interés por las altas cronologías obtenidas y publicadas a nivel internacional, porque han demostrado que en nuestros yacimientos existen manifestaciones gráficas anteriores a cuarenta y cinco mil años, algo no único, pero sí que debe replantear la importancia geoestratégica del sur de la Península Ibérica, en el gran debate arqueológico/antropológico de la ocupación humana del continente europeo. Yacimientos como Orce (Granada) o Atapuerca (Burgos) ya han demostrado una ocupación humana muy temprana, muy anterior a las ocupaciones territoriales de los grupos neandertales.

El problema es que las investigaciones llevadas a cabo en el siglo XX no quisieron asumir que el Estrecho de Gibraltar fue un posible paso para las sucesivas migraciones realizadas por *Homo sapiens*, hacia fuera de África desde hace algo más de cien mil años. La ciencia antropológica ha asumido esa frontera natural, con algo más que naturalidad, porque en otras islas y zonas continentales del Índico/Pacífico las distancias marinas son infinitamente superiores y fueron “colonizadas” en estas mismas altas cronologías.

Considerar el Estrecho de Gibraltar como un puente entre África-sapiens y Europa-neandertal, cambiaría toda esta parte de la Historia de la Humanidad, pero no hemos luchado por esclarecer este objetivo. Las tecnologías del siglo XXI nos están permitiendo, en Málaga, acceder a datos científicos irrefutables que sólo tienen un defecto: que se sitúan a más de mil kilómetros de donde se piensa la Prehistoria de Europa. La consolidación científica de nuestros yacimientos, frente a la resistencia de las élites, no dependerá exclusivamente del talento, sino de los apoyos institucionales y la organización de equipos internacionales.

El futuro de la cueva de Ardales y de su entorno paleolítico dependerá, por tanto, de los responsables políticos y no de los técnicos, que ya han demostrado progresar y abrir colaboraciones internacionales sin grandes presupuestos, con notables avances en el conocimiento de la Prehistoria de Andalucía.

A día de hoy, en el año que se conmemora el Bicentenario del descubrimiento de la Cueva de Ardales y aprovechando la oportunidad que nos brinda este evento sobre el karst y las cuevas de Málaga, queremos aportar nuestra historia y nuestra experiencia como un destino cultural provincial.

Los primeros investigadores del siglo XIX que hablaron del descubrimiento y del hallazgo de “restos humanos cristalizados” fueron Sebastián de Miñano, Francisco María Tubino, Pascual Madoz y Gabriel Puig y Larraz. En sus reseñas, estos ilustrados describieron el descubrimiento (1821), la propia morfología de la cavidad (siempre desde parámetros pre-científicos) y reflexionaron sobre esos restos de cráneos y mandíbulas petrificadas, sin llegar a admitir, salvo en el caso de Tubino, su relación directa con la Edad de Piedra. De hecho, este último





investigador, recuperó varias mandíbulas humanas de Ardales (catalogadas como procedentes de la cueva de la Calinoria) que se expusieron en el Pabellón de España de la Exposición Universal de París de 1878.

Aunque fuera del campo científico y divulgativo, la auténtica protagonista local del siglo XIX fue Trinidad Grund y Cerero del Campo (1821-1896), burguesa andaluza que casó en Málaga con uno de los grandes empresarios de la familia Heredia, y realizó la habilitación de la cueva con las escalinatas que usamos en la actualidad.

Fue en la primavera de 1918, cuando visitó la cueva de Ardales el prehistoriador francés y sacerdote Henri Breuil, acompañado por el investigador malagueño Miguel Such, descubriendo el arte rupestre paleolítico que publicó en París, en la revista *L'Anthropologie*, remarcando que algunos de los animales representados tienen un formato muy antiguo, que él sitúa en el periodo Auriñaciense. Ardales se colocaba, en esos momentos, entre la primera docena de sitios con arte paleolítico de Europa. Tras la quiebra de la gestión y protección de la cavidad que ocurrió tras la Guerra Civil, hay que esperar, prácticamente a los años ochenta, cuando el equipo formado por José Ramos, María del Mar Espejo, Juan José Durán y Pedro Cantalejo inició el proyecto “Recuperación y estudio de la Cueva de Ardales”, liderado por el Ayuntamiento de Ardales y la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. En 1997 se publican, por primera vez y por separado, las pinturas rojas no figurativas del yacimiento, algo que se sigue estudiando por el equipo, cada vez más internacionalizado, hasta 2006, cuando en la monografía que publica el inventario general del arte rupestre conservado se propone la existencia de un ciclo inicial no figurativo, al que le siguen tres grandes ciclos de motivos que representan fauna y figuras humanas.

En 2011, mediante un convenio firmado entre la Universidad de Cádiz, el Neanderthal Museum de Alemania y el Ayuntamiento de Ardales, se abordan nuevos estudios, excavaciones arqueológicas y dataciones, mediante la aplicación de nuevas tecnologías dentro de un Proyecto General de Investigación que culminará en este año 2021. Los primeros resultados científicos, publicados en las prestigiosas revistas *Science* y PNAS, han causado cierto revuelo mediático, pero, realmente, han corroborado lo que se venía publicando sobre este yacimiento paleolítico desde hace veinticinco años: la Cueva de Ardales se usó durante más de sesenta mil años, por dos grupos humanos (neandertales y *Homo sapiens*), que han dejado distintos vestigios, tanto arqueológicos como gráficos. Las nuevas tecnologías están permitiendo que este extraordinario yacimiento malagueño haya cruzado, definitivamente, la barrera de la investigación del siglo XX y abogue por un futuro situado en la primera línea de la investigación científica.

Pedro Cantalejo Duarte

*Director del Área de Patrimonio Histórico de Ardales
y de la Red de Patrimonio Guadalteba*



3. MÁLAGA, TERRITORIO KÁRSTICO



3. 1. EL KARST Y LAS CUEVAS DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA, UN PATRIMONIO GEOLÓGICO DE PRIMER ORDEN

Málaga, un territorio kárstico excepcional, en el centro del Año Internacional de las cuevas y del karst, 2021

Sergio Raúl Durán Laforet



2021, Año Internacional de las cuevas y del karst

2021, Año Internacional de las cuevas y del karst, surge de una iniciativa de la Unión Internacional de Espeleología (UIS), junto con el apoyo de más de cincuenta organizaciones nacionales e internacionales, como la Asociación de Cuevas Turísticas Españolas (ACTE) y la International Show Cave Association (ISCA).

El objetivo principal del Año Internacional de las cuevas y del karst (AICK) es contribuir de manera decisiva al mayor conocimiento y a la divulgación del mundo subterráneo y de los paisajes kársticos. Para ello, el AICK se basa en tres pilares fundamentales sobre los que se basan una serie de actividades que se desarrollarán a lo largo de los años 2021 y 2022: “Explorar, Entender y Proteger”.

Explorar, Entender y Proteger

Explorar significa ampliar el conocimiento que se tiene de las áreas kársticas y de las cuevas del planeta. Son muchas las fronteras que derribar para un correcto entendimiento del denominado continente kárstico.

Entender es la pretensión, con bases científicas, de comprender el significado de todos aquellos procesos que se dan lugar en el karst y en las cavidades, de forma que sea posible desarrollar la trascendencia socioeconómica que presentan estos territorios, su potencialidad y su importante diversidad natural.

Proteger implica conservar un patrimonio natural y cultural rico y diverso, con innumerables valores ambientales e históricos, formando así una parte importante del Patrimonio Mundial.

Mediante esta declaración, se pretende impulsar la labor de los espeleólogos y científicos del karst, que llevan a cabo la exploración y el



INTERNATIONAL SHOW CAVES ASSOCIATION



Explorar: espeleólogos en la Sima del Aire

estudio de las cuevas y de las zonas kársticas, un mundo fascinante existente por debajo de nuestros pies, que espera ser conocido y divulgado. Hay que facilitar el entendimiento de los territorios kársticos, caracterizados por la abundancia de cavidades, la presencia de agua subterránea y la importancia de la flora y la fauna característica de estos ecosistemas. También hay que proteger las cuevas por su valor geológico intrínseco, que constantemente se ven amenazadas y algunas de ellas incluso destruidas, debido a que todavía una parte de la sociedad no es consciente de su valor.

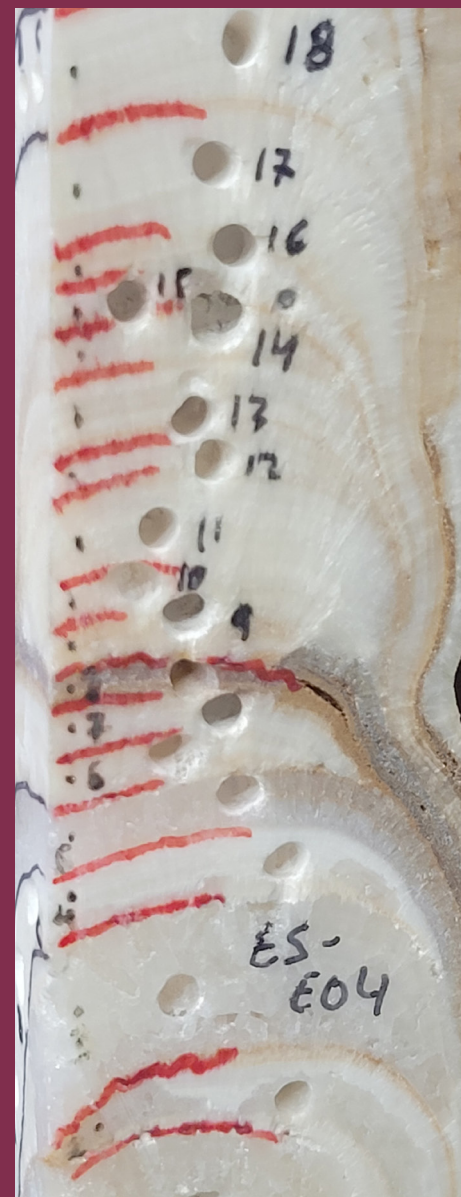




Proteger: torcalillo del Puerto de El Viento



Panorámica de una sala en Sima Begoña



Entender: análisis isotópico de un espeleotema

La provincia de Málaga, un mosaico de geodiversidad kárstica

Francisco Carrasco Cantos



Una gran diversidad geológica

La provincia de Málaga está situada en la cordillera Bética, una de las cadenas de plegamiento alpino que bordean el Mediterráneo Occidental. Basándose en criterios paleogeográficos y estructurales, la cordillera Bética se divide en Zona Interna, al sur y Zona Externa, al norte. A grandes rasgos, en la provincia de Málaga se pueden diferenciar tres grandes franjas, paralelas y orientadas aproximadamente en la dirección oeste-este:

- * La Zona Externa ocupa la franja septentrional, donde alternan grandes elevaciones (sierras) y terrenos deprimidos (depresiones o vegas).

- * El complejo de las unidades del Campo de Gibraltar se encuentra en la franja central, coincidiendo con terrenos alomados, de altitud intermedia.

- * La Zona Interna ocupa la franja meridional y está formada por importantes alineaciones montañosas próximas a la costa.

Estas diferentes unidades geológicas originan una gran diversidad estructural y estratigráfica, lo que motiva que exista una amplia gama de formaciones de diferentes edades y en distinta posición tectónica, sobre las que se han desarrollado en los últimos millones de años los procesos kársticos, otorgando una elevada geodiversidad kárstica al territorio malagueño, expresada tanto en la superficie (paisajes kársticos), como en el subsuelo (redes subterráneas de cuevas y simas). La karstificación está controlada principalmente por tres tipos de factores: climáticos, litológicos y estructurales. Los materiales más frecuentemente karstificados son los carbonáticos (calizas, dolomías y mármoles) y los evaporíticos (yeso, anhidrita y halita), todos ellos frecuentes en la provincia de Málaga.

Paisajes kársticos y cuevas en todas las grandes unidades geológicas

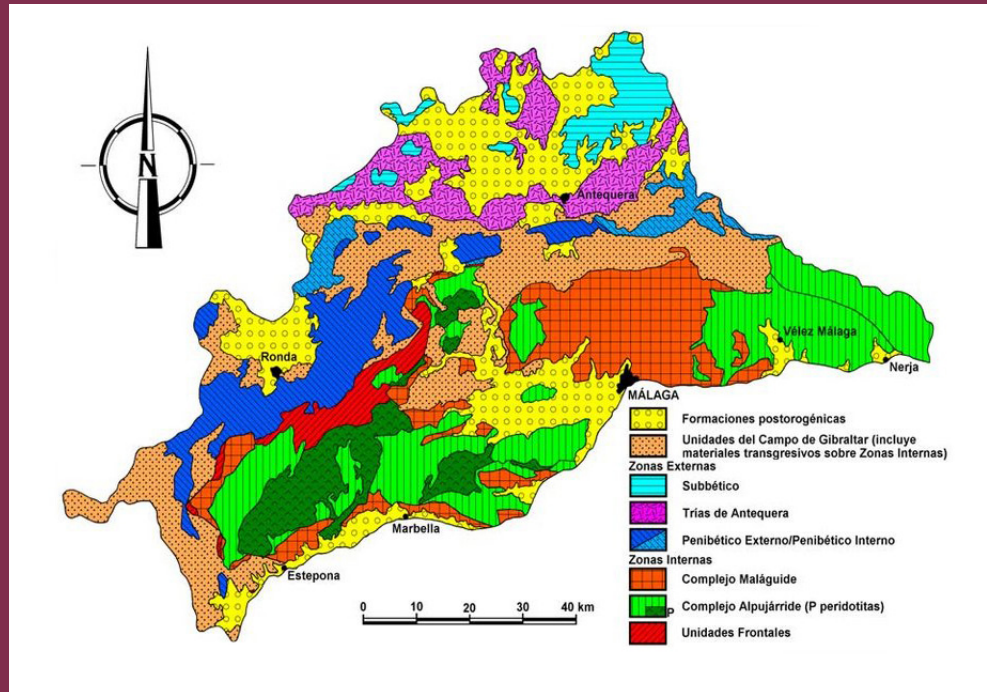
Dentro de la Zona Interna encontramos tres grandes complejos: el Alpujárride, el Maláguide y la Dorsal Bética. Los afloramientos carbonáticos más importantes son los pertenecientes al Alpujárride y a la Dorsal, aunque en la zona litoral al este de Málaga también existen importantes afloramientos maláguides.

En el complejo Alpujárride destacan las calizas, dolomías y mármoles del Triásico que a veces alcanzan grandes espesores. Originan importantes relieves con escasa presencia de formas kársticas externas y un endokarst o karst subterráneo bastante más desarrollado, con algunas cavidades notables. De oeste a este destacan las sierras Blanca y de Mijas, y las sierras Tejeda y Almijara.

La Dorsal Bética constituye una orla discontinua de materiales carbonáticos, triásicos y jurásicos, ubicados entre las Zonas Interna y Externa de la cordillera. Aflora ampliamente en la sierra de Las Nieves, núcleo del Parque Nacional homónimo. Presenta un gran desarrollo de formas kársticas superficiales y subterráneas: lapiazes, dolinas, poljes, sumideros, cuevas y simas. En la Zona Externa, al norte de la provincia, aparecen representadas rocas sedimentarias depositadas en los dominios denominados Subbético y Penibético.

El Penibético es posiblemente el ámbito geológico más intensamente karstificado de la provincia, al menos en superficie, con potentes series mesozoicas carbonatadas de gran aptitud para el desarrollo de formas exo y endokársticas. Comprende las sierras de la Utrera, de Líbar, Hídalga-Blanquilla-Merinos, del Valle de Abdalajís y el Torcal de Antequera. La estructura de pliegues en cofre que presentan los relieves del Penibético y la intensa fracturación que afecta a las calizas jurásicas favorece el desarrollo de un modelado kárstico muy característico.





Esquema geológico de la provincia de Málaga (Serrano y Guerra, 2004)

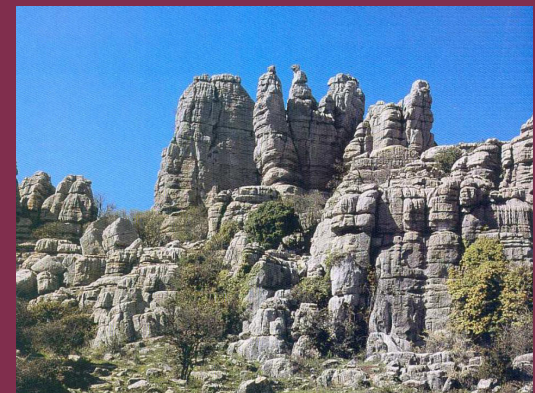
El Subbético Interno está representado en la sierra de Cañete y en los macizos de la Alta Cadena. La estructura general muestra una fuerte deformación con pliegues apretados, y cabalgamientos. En estas sierras existe un modelado con escasas formas kársticas, que está más desarrollado en superficie, con lapiaces y algunas dolinas. El Subbético Medio presenta una mayor abundancia de materiales margosos durante el Jurásico, por lo que existe un menor desarrollo de la karstificación, que queda condicionada a los núcleos de los anticlinales de las sierras de la franja norte de la provincia: sierras del Pedroso, de Arcas, de Archidona, de Humilladero y Alameda. Además de los macizos carbonáticos, existen también importantes formaciones que incluyen materiales yesíferos y salinos susceptibles de karstificación, correspondientes al Trías de la Zona Externa. Se trata, de afloramientos constituidos por niveles o masas diseminadas de yeso, anhidrita y halita en el seno de materiales margo-arcillosos. Destaca el llamado Trías de Antequera, donde se encuentra el karst de Gobantes que presenta un funcionamiento hidrogeológico de gran interés y un número importante de cavidades kársticas en yesos.



Sierra de Mijas. Zona Interna, Complejo Alpujárride



Sierra de las Nieves. Zona Interna, Dorsal Bética



Torcal de Antequera. Zona Externa, Dominio Penibético

El exokarst: ciudades de piedra

Pablo Jiménez Gavilán



La provincia de las ciudades de piedra

Las numerosas formas kársticas superficiales de la provincia de Málaga han conducido a una significativa riqueza toponímica malagueña del exokarst. Esta riqueza del léxico geomorfológico es debida, por un lado, a la enorme diversidad morfológica, a diferentes escalas, de las zonas donde afloran calizas, mármoles y dolomías y, por otro, como consecuencia de la complejidad topográfica de sus afloramientos. A gran escala, con morfologías desarrolladas y, asociados principalmente a las sierras calizas de la provincia, se encuentran los torcales, karsts en mesa o “ciudades de piedra”, que en la provincia de Málaga están muy bien representadas, con más de una decena de ejemplos de gran extensión y que elevan a nuestra provincia a los primeros puestos europeos de la diversidad de este tipo de formas exokársticas tan espectaculares.

La mayor parte de las ciudades de piedra de la provincia de Málaga se desarrollan en los sistemas serranos (Serranía de Ronda, Alta Cadena), que presentan una disposición subhorizontal de los materiales karstificables, lo que favorece la permanencia del agua en el entorno y, con ello, los procesos de karstificación. Otro gran factor que favorece y controla la karstificación de estos enclaves es la presencia de una importante red de fracturas, que condiciona el flujo de las aguas y el mayor o menor desarrollo de las formas ligadas a la circulación y absorción del agua. Así, a escala de esta tipología de conjunto kárstico se pueden diferenciar los denominados agrios, que son parcelas de terreno muy difíciles de transitar, donde aflora la roca karstificable, en la que destaca la generación de morfologías de detalle más o menos ruiformes como portillos, pilas de platos, mesas, tornillos, galletas, burladeros o moños. En algunos ejemplos, como los de Antequera o el de la Utrera (Casares), estas parcelas están claramente delimitadas por estrechos corredores hundidos de geometría lineal, denominados localmente



Morfologías ruiformes de tipo “tornillo” y “plato” del Torcal de Antequera

como callejones. En otros ejemplos, como la ciudad de piedra de los Riscos de Cartajima, el fuerte control estructural (sistema de fallas) ha provocado un conjunto de morfologías diferentes al de otras ciudades de piedra, que consisten en farallones verticalizados, de entre 10 y 30 metros de altura, que transitan a zonas de cresta (hasta ocho en todo el conjunto) muy limitadas espacialmente y en las que aparecen morfologías ruiformes de gran altura (torres).





Formas ruниiformes en la Sierra de la Utrera (Casares)

Testigos de climas pasados

Al mismo tiempo, las diferentes formas resultantes que presentan estas fortalezas geológicas naturales están también controladas por el mayor o menor desarrollo de la erosión química y física. Así, en muchas de estas ciudades de piedra, la acción conjunta de la disolución y de la erosión diferencial da lugar a un lapiaz muy original, debido a los marcados contrastes litológicos. Los resultados, en algunos casos, es sólo la propia intensificación de ciertas alternancias litológicas, como ocurre en el pequeño Torcal de El Navazuelo (Parauta), o la formación de abrigos (Torcal de la Utrera —Casares—) y, en el caso de que se produzca una marcada evolución diferencial, ésta le confiere al modelado kárstico un carácter de Ciudad Encantada (megalapiaz ruниiforme), acentuado por los derrumbamientos, como en el caso de la Sierra de Juan Diego (Montejaque). Asimismo, muchas de estas formaciones son testimonios de morfologías kársticas heredadas de las épocas más frías del Pleistoceno, pero sobre todo más húmedas, erigiéndose en trascendentales los diversos episodios climáticos de los últimos 150.000 años.



Abrigos en la Sierra de la Utrera (Casares)



Callejón kárstico y morfologías en “torres” en el Torcal de Antequera

El exokarst: grandes cañones fluviokársticos

Juan Antonio Barberá Fornell



Ríos y karst trabajando juntos

Los cañones fluviokársticos (*fluvio* = río, *kárstico* = forma de erosión característica de rocas solubles) son formas geomorfológicas que resultan de la acción erosiva de ríos y arroyos sobre terrenos montañosos calcáreos. A lo largo del tiempo, el flujo superficial de agua, continuo o intermitente, se encarga de horadar la roca formando espectaculares gargantas, desfiladeros y acantilados o tajos, en ocasiones con formas muy caprichosas. Los valles encajados en macizos carbonáticos pueden llegar a alcanzar dimensiones excepcionales, con longitudes plurikilométricas, varios centenares de metros de profundidad y de algunos metros a centenares de metros de anchura.

En la provincia de Málaga, en la que aproximadamente el 14% de la superficie está ocupada por rocas carbonáticas, existen varios ejemplos notables de cañones fluviokársticos, algunos de ellos declarados monumentos naturales, parajes naturales o rincones singulares. En cualquier caso, forman parte del amplio y valioso patrimonio geológico, que además cuentan con excepcionales atributos paisajísticos, biológicos e históricos.

Los principales cañones malagueños

Desfiladero de los Gaitanes (Ardales-Álora-Antequera). El río Guadalhorce a su paso por la pedanía del El Chorro, ha esculpido una impresionante garganta sobre las rocas calizas y dolomíticas jurásicas de la sierra de Huma. La angostura de origen fluvio-kárstico tiene una longitud aproximada de 3 km, 300 m de caída vertical máxima y menos de 10 m de anchura en algunos puntos. Además de los valores geomorfológicos, ambientales y paisajísticos, el desfiladero también cuenta con un importante legado histórico ligado al aprovechamiento de los recursos naturales por parte del ser humano.



Vista desde el sur del Tajo del Molino

Cañón de las Buitreras (Benalauría-Benarrabá-Cortes de la Frontera). En la zona más occidental de la Serranía de Ronda, el río Guadiaro se encaja en calizas jurásicas y margocalizas cretácicas, desarrollando un espectacular cañón fluviokárstico de 2 km de longitud y más de 200 m de profundidad. El sistema kárstico cuenta con varias cavidades (algunas con gran desarrollo espeleológico) y un manantial, Charco del Moro, que arroja un caudal continuo de agua subterránea a lo largo de todo el año. Fue declarado Monumento Natural en 2003 por la Junta de Andalucía.





Desfiladero de los Gaitanes visto desde el itinerario norte del Caminito del Rey



Cañón horadado en areniscas calcáreas del Tajo de Ronda



Cañón de las Buitreras

Tajo de Ronda (Ronda). La monumental garganta excavada bajo la ciudad forma parte del Conjunto Histórico de Ronda. Se trata de una formación geomorfológica singular, en la que el río Guadalevín ha erosionado durante miles de años los materiales detríticos miocenos (areniscas y conglomerados con matriz calcárea) de la Depresión de Ronda, dando como resultado un cañón fluviokárstico de unos 500 m de longitud, 100 m de profundidad y 50 m de anchura. La presencia de agua subterránea queda patente por su aprovechamiento histórico a partir de minas y galerías que hoy día se pueden visitar. Además de Monumento Natural, el Tajo de Ronda alberga una Zona de Especial Conservación (ZEC) por la importante presencia de avifauna que nidifica en sus paredes verticales.

Los Tajos del Alcázar (Alcaucín). Al noroeste de Sierra Tejeda, el trazado del arroyo del Alcázar desde su cabecera deja un impresionante encajamiento de la red fluvial sobre materiales marmóreos triásicos, con un tramo de 500 m y caídas verticales que superan los 170 m. Es el

cañón fluviokárstico situado a mayor altitud y el que salva más desnivel de la geografía malagueña. Forma parte del conjunto de formaciones geomorfológicas declaradas Monumento Natural y cuenta además con una amplia variedad de atributos botánicos y faunísticos.

Tajo del Molino (Teba). En la comarca del Guadalteba, el arroyo de la Venta ha diseccionado en dos la sierra caliza de Peñarrubia y originado un desfiladero fluviokárstico de excepcional belleza y singularidad. Éste ha sido esculpido sobre calizas jurásicas de poco más de 1 km de longitud y paredes verticales de más de 100 m de altitud, en las que se aprecian numerosas oquedades y cavidades originadas por procesos de karstificación. Existen numerosos vestigios de ocupación humana desde la Prehistoria, pero también infraestructuras hídricas, como un molino harinero que data de la época romana, lo que da cuenta del aprovechamiento ancestral de los recursos hídricos. A la salida del cañón se encuentra el manantial de Torrox, punto de descarga de agua subterránea principal de la sierra que abastece a la población de Teba.

El exokarst: poljes, dolinas y lapiaces

Matías Mudarra Martínez



Las formas superficiales típicas del karst

Las rocas carbonáticas expuestas a los agentes meteorológicos desarrollan, con el paso del tiempo, morfologías características del modelado exokárstico, entre las que cabe destacar los lapiaces, las dolinas y los poljes. El tipo, el número y el tamaño de estas formas de la superficie del karst dependen del estado evolutivo del paisaje kárstico, lo que permite clasificarlo entre inicial, maduro o en etapa de dismantelamiento. En etapas iniciales las formas suelen mostrar una dimensión menor y aumentan su extensión a medida que el relieve kárstico va madurando.

Lapiaces y dolinas, formas menores

Los lapiaces son formas de pequeño tamaño (escala métrica como máximo) desarrolladas en superficies libres, desnudas o cubiertas de vegetación y suelo. Se deben a la acción directa del flujo de agua sobre la roca (disolución), lo que da lugar a elementos corrosivos como aristas, crestas, acanaladuras, pináculos o *kamenitzas*. Suelen aparecer agrupados, formando campos de lapiaz. Cuando se forman por el agua que fluye sobre la roca caliza se denomina lapiaz libre o desnudo y si la disolución se produce bajo el suelo, reciben el nombre de lapiaz cubierto o criptolapiaz. En su desarrollo intervienen factores como la cantidad de lluvia y la pendiente del afloramiento. En los lapiaces originados bajo un suelo, la disolución es lenta y el CO_2 juega un papel relevante. Las formas son redondeadas y suaves al tacto, a diferencia de los lapiaces libres, cuyas morfologías son agudas, ásperas y cortantes al tocarlas.

Por su parte, las dolinas consisten en depresiones circulares o elípticas que se forman por infiltración-disolución del agua a favor de fracturas o por colapso del terreno. Se presentan aisladas o, más frecuentemente, agrupadas en campos de dolinas. Sus dimensiones varían desde pocos metros de diámetro hasta centenares de metros y normalmente su fondo es plano y está cubierto por arcillas. Las dolinas adoptan diversas



Campo de lapiaz libre de tipo ruiniiforme (sierra de Jarastepar)





Dolina de disolución en el Cancho de la Almola



Polje de Zafarraya inundado



Kamenitza (sierra de la Utrera)

Poljes: las grandes depresiones

Los poljes son las formas exokársticas endorreicas más evolucionadas y de mayor tamaño, pues llegan a alcanzar más de 50 km de longitud y hasta 700 km² de superficie. Normalmente presentan una disposición alargada y están orientados según condicionantes geológicos (fallas, contactos litológicos, ejes de pliegues). Los bordes de los poljes están constituidos por rocas carbonáticas y suelen presentar pendientes pronunciadas. En cambio, el fondo es plano y está relleno por materiales de origen aluvial o residual de la karstificación. A veces, de esta superficie plana sobresalen pequeñas colinas rocosas, denominadas *hums*. Por los poljes suelen discurrir algunos arroyos o incluso ríos, cuyas aguas son drenadas subterráneamente por infiltración en los sumideros (también llamados *ponors*), que suelen situarse en el borde de las depresiones. Los sumideros conectan las aguas superficiales con las subterráneas. Algunos poljes se ven afectados periódicamente por inundaciones cuando la afluencia de agua por escorrentía excede la capacidad de infiltración de los sumideros, o cuando el nivel freático se eleva por encima de la superficie del terreno, o cuando se da una combinación de ambos procesos. Se pueden observar buenos ejemplos de poljes en la sierra de Líbar, como el de Benaoján, aunque el mejor ejemplo de toda España es el de Zafarraya, ya en la vecina provincia de Granada.



Lapiaz libre en aristas (sierra del Endrinal)

El exokarst: travertinos

Bartolomé Andreo Navarro



¿Qué son los travertinos?

Los travertinos son rocas sedimentarias continentales que se originan por precipitación de carbonato cálcico. En los afloramientos de rocas travertínicas es frecuente encontrar restos orgánicos petrificados: moldes de hojas y tallos vegetales, así como algunos restos de animales propios de entornos húmedos. Para que se formen travertinos hace falta que se produzcan precipitaciones que se infiltren a través de los huecos y fisuras de los macizos carbonáticos, que exista una cubierta vegetal productora de anhídrido carbónico (CO_2) y que existan unas condiciones favorables para la desgasificación de las aguas en el exterior, y por tanto, tenga lugar la precipitación de carbonato cálcico. La génesis de los travertinos responde básicamente al mismo proceso de precipitación química del carbonato cálcico que da lugar a los espeleotemas de las cuevas (estalactitas y estalagmitas, entre otros). Los dos depósitos son propios de áreas kársticas, pero los travertinos se forman en el exterior (exokarst), mientras que los espeleotemas lo hacen en el interior, dentro de las cuevas (endokarst). El nombre de travertino procede del latín *lapis tiburtinus*, es decir, la piedra del Tíber, en Tívoli, junto a Roma, una roca muy empleada en la construcción durante la antigüedad clásica.

Unos buenos indicadores paleoclimáticos

Los travertinos se han formado, por lo general, durante épocas de características climáticas cálidas y húmedas, con vegetación abundante cubriendo la superficie de los macizos kársticos. Los restos vegetales y animales (fósiles) existentes en los depósitos travertínicos permiten corroborar las condiciones climáticas e hidrológicas en las que se formaron. También suelen encontrarse restos arqueológicos, generalmente más modernos que los travertinos, reflejo de la habitual presencia humana en la proximidad de los manantiales y zonas húmedas. Mediante



Edificio travertínico de Jorox

la aplicación de técnicas geoquímicas basadas en isótopos estables (carbono-13 y oxígeno-18) se pueden deducir las condiciones climáticas, hidrológicas y de vegetación en el momento del depósito. Los travertinos son susceptibles de datación absoluta por métodos radioactivos (series de Uranio-Torio o Carbono-14), por lo que pueden servir para estudiar los cambios climáticos ocurridos en el pasado reciente de la historia geológica de la Tierra. Para que se forme un travertino es necesario que el punto de surgencia (nivel freático) y la red asociada de drenaje kárstico en el interior del macizo permanezcan estables durante un cierto tiempo geológico. Así pues, un afloramiento de travertinos adyacente a un macizo carbonático representa un paleonivel freático del mismo. A menudo, los travertinos se presentan escalonados, a diferente cota, en los bordes de los macizos carbonáticos, de forma que los afloramientos progresivamente más bajos suelen ser cada vez más recientes. Ello demuestra el interés de estos depósitos para conocer la evolución geomorfológica e hidrogeológica reciente de los macizos kársticos.





Textura porosa típica de los travertinos



Travertinos de facies tipo cascada

Travertinos asociados a manantiales de la provincia de Málaga

La provincia de Málaga es rica en macizos carbonáticos, que constituyen excelentes acuíferos, así como en manantiales situados en sus bordes, por lo que es rara la sierra carbonática en cuyas laderas no existen travertinos.

Entre los afloramientos travertínicos más relevantes cabe citar los de Maro (Nerja), Mesa de Zalia (Periana y Alcaucín), Sierra de Mijas (Torremolinos, Benalmádena y Mijas), Sierra Blanca (Coín, Ojén, Marbella e Istán), Sierra de las Nieves (Puerto Martínez, Casarabonela, Alozaina, Yunquera y Tolox). En la Serranía de Ronda hay travertinos como el que sirve de substrato a la localidad de Cuevas del Becerro, y otros que quedan inmediatamente al este, también escalonados en el relieve, en las proximidades del cauce del Guadalteba.

Muchos de los afloramientos citados han sido explotados durante siglos para la obtención de sillares y elementos ornamentales de edificios públicos y privados, siendo un buen ejemplo el graderío del Teatro Romano de la ciudad de Málaga. Las explotaciones de Mijas y Benalmádena han nutrido de elementos a numerosos edificios singulares, como la Catedral de Málaga o el Palacio Real de Madrid.

Por lo general, los travertinos son lugares de interés geológico muy singulares y de gran belleza, al tiempo que muy frágiles y vulnerables, por lo que deben ser protegidos y conservados.



Detalle de travertinos recientes con restos vegetales

El endokarst: simas y Z-supercuevas

Rogelio Ferrer Martín (actualización de datos de la Sima de la Zarza, Antonio Moreno Rueda; actualización de datos del Sistema Sima GESM-Sima de la Luz, Manuel Guerrero Sánchez)



Las grandes cavidades verticales

Hoy en día se conocen como Z-Supercuevas los grandes sistemas subterráneos de tendencia fundamentalmente vertical. Es decir, son sistemas de profundidades importantes, en ocasiones superiores a los 1000 metros de profundidad y que pueden formar redes subterráneas de decenas de kilómetros de galerías. En la provincia de Málaga, la Sierra de las Nieves es el “reino de las Z-supercuevas”.

Allí se han dado las condiciones ideales para que se desarrollen unos cavernamientos excepcionales. A comienzos de los años 70 del siglo XX, y gracias a un espectacular descubrimiento, la provincia de Málaga se situaba en el mapa de las grandes simas: Sima GESM irrumpía en el panorama mundial, arrojando una cifra nunca vista antes en el Sur de la Península Ibérica, una sima que superaba los 1.000 metros de desnivel.

A día de hoy, la Sierra de las Nieves acapara la mayor concentración de grandes cavidades por desarrollo y desnivel de a Andalucía. Diez son las exploraciones espeleológicas sistemáticas que se están llevando a cabo, todas ellas catalogadas como “grandes descubrimientos” por su complejidad, por los medios empleados y por su duración en el tiempo (que suele ser de años). Es en este extraordinario contexto donde se ha constatado por primera vez un nuevo “mix morfológico”, en el cual dos tipos de redes espeleológicas que hasta ahora aparecían bien diferenciadas en la provincia se han unido en el complejo subterráneo más importante de Andalucía: grandes simas o cavidades subverticales, que dan acceso en profundidad a grandes cuevas subhorizontales, de desarrollos kilométricos. Aparecen así gigantescas redes subterráneas donde los grandes desniveles (entre los 500-1.000 metros de profundidad) se asocian a desarrollos horizontales kilométricos, formando una vasta malla que supera a día de hoy los 40.000 metros de galerías exploradas.

Salas gigantes y sifones inundados

En estas nuevas cavidades se han descubierto salas de gran volumen, como la “Sala Al-Andalus” de 120.000 m³ en la Sima del Picacho (Tolox), o la “Sala del Anfiteatro” con un volumen de 30.000 m³ en la Sima del Nevero, lo que da una idea de la envergadura de estos nuevos grandes espacios subterráneos.

Es también en la Sierra de las Nieves y su entorno, donde se localizan los mayores sifones (cavidades inundadas) de la provincia de Málaga, siendo éstos los puntos de salida del agua almacenada en la red de galerías que alberga este singular macizo. El Sifón de Zarzalones (más conocido como Río Grande), con un caudal medio de 825 l/s, y un desarrollo subacuático de 3.000 m es el mayor sifón de Andalucía. La máxima profundidad explorada hasta la fecha es de -120 m, situándose además como el segundo sifón de mayor profundidad de la Península Ibérica.

La morfología de estas grandes simas obliga a los espeleólogos a superar todo tipo de obstáculos: grandes pozos, zonas estrechas, lagos, cascadas; a realizar escaladas o a bucear en galerías totalmente inundadas. Estas exploraciones se antojan como enormes *ginkanas* que ponen a prueba el nivel físico, técnico y psicológico de los espeleólogos que deciden afrontar el reto de estas investigaciones, y en el que se pueden ver involucrados durante años de trabajo y exploración.

La permanencia en el interior de estas enormes redes subterráneas puede prolongarse durante días, o incluso semanas. Estas dilatadas estancias son imprescindibles para obtener la información que permite conocer, explorar y documentar estos nuevos espacios, y que van desde el levantamiento topográfico y fotográfico de la cavidad a la toma de datos y muestras para su análisis por científicos especialistas en diferentes disciplinas (geólogos, biólogos, arqueólogos), que será otra de las facetas que el espeleólogo debe asumir en el desarrollo de su actividad.





Morfologías erosivas en la Sima del Aire



Sima GESM



Sima del Aire

La sima en yesos más profunda

La Sierra de las Nieves no es el único lugar que aporta patrimonio espeleológico y geológico en lo relativo a las simas malagueñas: lugares como Gobantes, en Antequera, son también un referente en cavidades verticales desarrolladas en otro tipo de materiales karstificables. Sus yesos albergan la sima de mayor desnivel en este material del país: el denominado Complejo La Zarza con -215 m de desnivel y 2.309 m de desarrollo, así como un importante conjunto espeleológico de más de 200 cavidades inventariadas.

Principales simas malagueñas clasificadas por desnivel (de -200 m a -1000 m de desnivel)

Expresado como profundidad (en metros) / desarrollo de la cavidad (en metros)

Sistema Sima GESM - Sima de la Luz: -1.059 m / 20.508 m (Tolox)

Sima Prestá: -802 m / 1.830 m (Tolox)

Sima del Nevero: -772 m / 5.534 m (Tolox)

Sima del Aire: -720 m / 15.502 m (Tolox)

Sima de la Calabaza: -522 m (Tolox)

Sima Migei: -426 m (Tolox)

Sima del Picacho: -404 m (Tolox)

Sumidero de la Nava: -379 m (Parauta)

Sima Chupadora: -330 m (Tolox)



Gran sala en la Sima del Nevero

Sima de Manolo Pérez: -311 m (Montejaque)

Sima del Pozuelo I: -284 m (Montejaque)

Sima Rasca: -225 m (Antequera)

Complejo de la Zarza: -215 m / 2.309 m (Antequera)

(Primera cueva en el ámbito nacional y tercera en el ámbito mundial de profundidad en yesos)

Fuente: Catálogo de cavidades actualizado a fecha de 2019 por la Federación Andaluza de Espeleología

El endokarst: Sima GESM y Sima del Aire, dos Z-supercuevas

Rogelio Ferrer Martín (actualización de los datos del Sistema Sima GESM-Sima de la Luz, Manuel Guerrero Sánchez; actualización de los datos Sima del Nevero, Álvaro Mateo Torés y José Antonio Romero)



Sima GESM y Sima del Aire, dos Z-supercuevas

En Málaga existen dos grandes cavidades verticales o simas que se pueden codear con las más importantes de la Península ibérica, tanto por su pasado, como por su presente espeleológico y por su futuro; son la Sima GESM y la Sima del Aire, ambas en el corazón del Parque Nacional de la Sierra de las Nieves.

Sima GESM, el primer mil del Sur de España

El año 1971 fue el punto de partida de una nueva realidad para el macizo kárstico de la Sierra de las Nieves; un grupo de jóvenes espeleólogos iniciaron una etapa cuyas consecuencias han llegado hasta nuestros días. Desde aquel momento se sucedieron una serie de descubrimientos que han ido situando a esta sierra como la principal referencia de la Espeleología en el territorio andaluz. Décadas después, entidades como el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), denominan al complejo kárstico que se oculta bajo la superficie de la Sierra de las Nieves como el “reino de las Z-supercuevas”.

Sima GESM (año 1972-2006), denominada también como sistema Sima GESM-Sima de la Luz desde el año 2006, fue sin duda el primer gran descubrimiento que puso a la Sierra de las Nieves en el mapa de las grandes cavidades de nuestro país y del mundo. Su exploración supuso un reto humano, técnico y logístico que culminó tras seis años de expediciones con el primer -1.000 m de nuestro país explorado en su totalidad por un equipo nacional. Desde entonces, el interés y el reto que supuso esta hazaña no ha hecho más que crecer e implicar a colectivos espeleológicos, no sólo de nuestra comunidad, sino también de los ámbitos nacional e internacional. Fue también en esta cavidad donde se logró un récord mundial que hoy día sigue vigente, al superarse mediante técnicas de espeleobuceo el mayor sifón del mundo a esa

profundidad (Libro Guinness de los Récords, 1990). En la actualidad, el Sistema Sima GESM-Sima de la Luz es la cavidad con mayor desnivel del Sur de España (-1.098 m) y de mayor desarrollo de Andalucía, con 20.500 m.

La Sima del Aire, ¿una supercueva hipogénica?

En el año 1993, una serie de nuevas estrategias de trabajo en la sierra, hicieron posible la localización de una nueva gran cavidad vertical en la Sierra de las Nieves. Este nuevo descubrimiento confirmaba la existencia de otras grandes simas, además de la propia Sima GESM. La Sima del Aire ponía sobre el papel la existencia de una nueva red, de carácter principalmente horizontal, a una cota de 900 m s.n.m., y dejaba constancia de la aparición de una morfología diferente, donde las galerías horizontales se entrecruzaban a gran profundidad formando una auténtica malla en 3D, los denominados “laberintos”. Esta nueva morfología, nunca vista antes en la sierra, puso a los exploradores ante el reto de una exploración muy compleja y llena de sorpresas, que abrirían la posibilidad de considerar la presencia de una nueva génesis en la formación de algunas de las cavidades en la Sierra de las Nieves, de origen hipogénico, aún por confirmar.

Hoy día, la Sima del Aire alcanza un desnivel de -720 m y un desarrollo que supera los 15.500 m y sus expectativas son excepcionales, no sólo por el potencial que ofrece por sí misma, sino también por la posibilidad de que se realice la conexión con otras cavidades próximas, cuyas exploraciones están ofreciendo resultados sorprendentes, como ocurre en Sima Prestá, con -800 metros de desnivel o la Sima del Nevero, con -772 metros de desnivel y más de 6.000 metros de desarrollo, ambas cavidades en el entorno de la Sima del Aire y con sus galerías muy próximas, que podrían llegar a conectar, formando así el mayor sistema subterráneo de Andalucía.





Pozo Paco de la Torre, en Sima GESM



Boca de la Sima del Aire



Dolina de entrada de Sima GESM



Descanso en la Sima del Aire



Vertido de fluoresceína en el Lago ERE de Sima GESM

Un futuro prometedor

En la actualidad, el patrimonio espeleológico de la Sierra de las Nieves se ha incrementado de manera exponencial, desde los comienzos de las exploraciones en los años 70. Existen ocho grandes cavidades (todas ellas en exploración), que conforman una red topografiada de más de 40.000 m de desarrollo. Estamos ante un excepcional sistema endokárstico, que a buen seguro seguirá creciendo y aportando conocimiento y sorpresas desde el interior de este magnífico entorno kárstico, tanto superficial como subterráneo, que es el Parque Nacional de la Sierra de las Nieves.



Galería del sector Estalagmita de la Sima del Aire

El endokarst: grandes cuevas horizontales

Rogelio Ferrer Martín



Dos grandes cavidades activas

La provincia de Málaga es rica en cavidades emblemáticas, como la afamada Cueva del Gato, a caballo entre los municipios de Benaolán y Montejaque y ubicada en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema, con un desarrollo de más de 10.000 metros y 164 m de desnivel, que ha sido tradicionalmente un referente como la mayor cavidad fluviokarstica de Andalucía. Esta cueva fue “tallada” por el Río Gaduares durante miles de años, creando a su paso un espectacular entorno donde el agua despliega todos sus recursos y es la protagonista absoluta: lagos, ríos, cascadas y sifones crean grandes volúmenes, como la “Plaza de Toros”, o la “Sala Súper”, que con un volumen de 300.000 m³ la mayor sala subterránea de Andalucía, lo que hace de esta cavidad un verdadero espectáculo geológico, dejando constancia de la vigorosidad y la fuerza con la que el agua subterránea es capaz de fluir, donde ni el hombre ni la piedra han sido capaces de imponer sus barreras. Pero esta gran cavidad karstica horizontal no es, ni mucho menos, única.

Cerca de la Cueva del Gato, concretamente en la Sierra del Parralejo, en el Parque Natural de los Alcornocales y a caballo entre las provincias de Málaga (Cortes de la Frontera) y Cádiz (Jimena de la Frontera), se localiza otra cavidad menos conocida por el gran público, pero sí por el colectivo espeleológico, el Complejo Rambazo-Motillas. Esta cueva tiene un desarrollo horizontal de 9.133 m y es de dimensiones más discretas en cuanto a volúmenes, pero tiene un gran interés por su complejidad geológica, con numerosas entradas que aportan notables volúmenes de agua al complejo, meandros de gran belleza, lagos y zonas activas que crean un paisaje subterráneo lleno de alicientes y atractivos.



Gran sala en la Cueva del Gato





Río subterráneo en el Sistema Hundidero-Gato



Sala de la Lanza en la Cueva de Nerja



Sala de los bloques en Sima GESM

Otras cuevas de gran desarrollo

El listado de grandes cavidades horizontales malagueñas es abundante y prolífico, debido a que vivimos en un territorio que reúne las condiciones ideales para serlo, casi una quinta parte de Málaga está ocupada por materiales karstificables, y puede ser catalogado como un auténtico “territorio espeleológico” de primer nivel, que a buen seguro seguirá sorprendiéndonos, ya que apenas hay explorado un pequeño porcentaje de este inmenso espacio endokárstico que hay bajo nuestros pies.

Este gran recurso que atesora nuestra provincia debe ser cuidado, ya que, a pesar de la aparente fortaleza, las cavidades son entornos sensibles y únicos. Se comportan como auténticas burbujas que contienen valiosa información que debe ser gestionada con responsabilidad por todos los actores que intervienen en ellas, convirtiéndose en un patrimonio de gran valor desde el mismo momento en que son descubiertas.

Principales cuevas malagueñas por desarrollo (a partir de 3.000 m)

Sistema Sima GESM - Sima de la Luz: 20.508 m (Tolox)

Sima del Aire: 15.502 m (Tolox)

Complejo Hundidero-Gato: 10.670 m (Montejaque - Benaolán)

Complejo Motillas Ramblazo: 9.133 m (Cortes de la Frontera - Jimena de la Frontera)

Sima del Nevero: 5.534 m (Tolox)

Cueva de Nerja: 4.823 m (Nerja)

Sima Hedionda III: 3.429 m (Casares)

Sifón de Zarzalones (Río Grande): 3.100 m (Yunquera)

Fuente: Catálogo de cavidades actualizado a fecha de 2019 por la Federación Andaluza de espeleología

El sistema Hundidero-Gato

José Enrique Sánchez Pérez



La mítica cueva del Gato

El sistema kárstico Hundidero-Gato, conocido popularmente como la “Cueva del Gato” es una enorme caverna de algo más de 4 km de recorrido lineal en su galería principal, y más de 10 km explorados en la actualidad, que atraviesa bajo tierra una parte de los municipios malagueños de Montequaje y de Benaolán, siendo una de las cavidades más importantes y emblemáticas de Andalucía.

Una obra faraónica

En la década de 1920, la Compañía Sevillana de Electricidad levantó en la garganta de Hundidero, la boca superior del sistema espeleológico, una gran presa de hormigón, creando el llamado Pantano o Embalse de los Caballeros para el aprovechamiento hidroeléctrico de las aguas del río Gadiuara o Campobuche que entraban a la cueva por ese lugar para resurgir al exterior por la boca de Gato, ya como afluente del río Guadiaro.

La obra fue un fracaso, ya que toda el agua embalsada se filtraba al poco tiempo en el subsuelo en las cercanías de la presa, debido a la karstificación de la roca caliza sobre la que se asentó el embalse, provocando que el agua ya no circulara directamente hacia la boca de Hundidero, sino que fluyera al interior de la cavidad, a modo de vasos comunicantes, por galerías inferiores inundadas, dejando sin posibilidad de uso la presa construida.

Durante esas obras y para facilitar el acceso de los trabajadores, su estudio y las labores de cierre e impermeabilización de algunas galerías, se construyeron en el interior de la cueva caminos, puentes, escaleras y pasadizos, algunos de cuyos restos se pueden observar todavía.

Las dimensiones y espectacularidad de sus salas y galerías hicieron que a partir de 1970 proliferara la presencia de grupos de espeleólogos de todas las procedencias para realizar su travesía completa, cruzando con los botes neumáticos de la época sus numerosos y amplios lagos.



Boca de Hundidero

Una cueva *peligrosa* y protegida actualmente

Entre 1975 y 1985, la precariedad de los materiales de exploración, la osadía de algunos aventureros y la inexperiencia de los espeleólogos al cruzar la cavidad en época de lluvias, produjeron varios accidentes mortales con una amplia repercusión en la prensa nacional, que hizo que la cueva del Gato adquiriera una triste popularidad. Los casi cinco kilómetros de la galería principal del Sistema Hundidero-Gato son una sucesión de grandiosas y espectaculares salas que conforman una imponente obra de la Naturaleza, reservada tan sólo a la visita de expertos espeleólogos dotados de la capacidad, conocimientos técnicos y el equipamiento adecuado, que han de contar, además, con la correspondiente autorización administrativa, al estar restringido y regulado su acceso en la actualidad. En 2011, el espacio de la Cueva del Gato fue catalogado como Monumento Natural de Andalucía, en sus aspectos geológico y biótico.





Proyección exterior del trazado Hundidero-Gato



Restos antiguos de puentes y cables



Exploración con bote neumático (años 70-80)

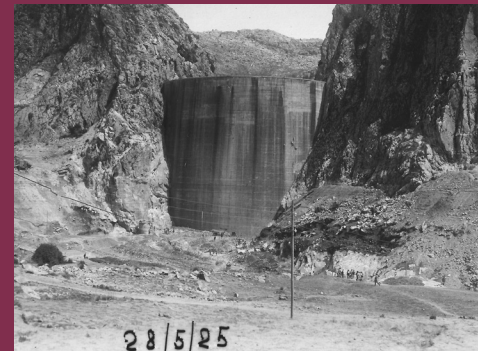


Imagen histórica de la presa de los Caballeros en 1925



Lagos en el interior del sistema



La Gran Estalagmita

El endokarst: las cuevas litorales

Cristina Liñán Baena



Una franja rica en cavidades, sedimentos y fósiles

La franja costera de la provincia de Málaga alberga un conjunto de cuevas de gran valor patrimonial, en las que se conserva uno de los registros geológicos y arqueológicos cuaternarios más importantes de toda la cuenca mediterránea. Entre ellas destacan las cuevas ubicadas en Los Cantales, unos afloramientos rocosos carbonáticos ubicados entre las localidades de Málaga y Rincón de la Victoria que destacan claramente en el paisaje, a modo de salientes costeros. Su denominación parece que alude a la extracción de cantos, rocas duras empleadas en la construcción. Esta actividad minera persiste aún hoy en día en las canteras que alimentan la fábrica de cemento de La Araña.

La proximidad de estas cavidades a la línea de costa y, en algunos casos, su baja altitud, explica que en estas cuevas —así como en otros huecos menores, también generados por la disolución de las rocas carbonáticas— hayan quedado *atrapados* sedimentos marinos durante las etapas transgresivas (subida del nivel del mar) y sedimentos continentales durante los episodios regresivos. Algunos de estos sedimentos marinos y continentales se pueden datar, de forma que su estudio ha permitido conocer la posición que ocupó el nivel del mar en este sector del Mediterráneo durante los últimos millones de años. Además, las playas fósiles de este sector se consideran las segundas en importancia de todo el litoral andaluz, por su gran riqueza paleontológica. En ellas se han identificado hasta 45 especies costeras diferentes, entre las que destaca el gasterópodo *Strombus bubonius*, característico de aguas cálidas y que vive, actualmente, en las aguas de África Ecuatorial y del Caribe. El paseo marítimo peatonal construido entre las localidades de La Cala del Moral y Rincón de la Victoria permite observar fácil y cómodamente parte de estas oquedades y afloramientos, así como antiguas plataformas de abrasión marina y paleoacantilados, formas que también dan testimonio de las antiguas posiciones que ocupó la línea de costa.

La interfase agua dulce - agua marina

Por otro lado, las cuevas de Los Cantales constituyen uno de los ejemplos más representativos de nuestro país de cavidades kársticas originadas en la interfase agua dulce - agua marina. Este tipo de cuevas muestran una geomorfología interior muy característica, con formas de tipo “queso gruyère” y salas y galerías laberínticas que tienen, por lo general, pocos espeleotemas. Actualmente la única cueva visitable de Los Cantales es la Cueva del Tesoro, que es también la de mayores dimensiones, con 1.513 m de desarrollo.

En breve se prevé la apertura al público de la Cueva de la Victoria, muy próxima a la anterior, y con unos 100 m de recorrido. Ambas cavidades, situadas en el término municipal de Rincón de la Victoria, son también muy ricas desde el punto de vista arqueológico. En ellas se conservan, entre otros restos arqueológicos, interesantes grabados y pinturas rupestres, que reflejan la frecuentación prehistórica de estos espacios durante unos 20.000 años. Otras cuevas litorales de gran interés arqueológico y/o geológico son la Cueva del Bajondillo (Torremolinos), cuyo registro sedimentario abarca unos 100.000 años, y las cuevas y abrigos del llamado Complejo del Humo (La Araña, Málaga), entre las que destacan la Cueva del Hoyo de la Mina, hoy desaparecida por la actividad minera de la fábrica de cemento, y la Cueva Navarro IV, con un yacimiento arqueológico prácticamente intacto y extraordinarias pinturas rupestres. La Cueva de Nerja, en el extremo oriental de la provincia, completa el panorama de las principales cuevas litorales.

Un nuevo descubrimiento

Por último, es necesario destacar el reciente descubrimiento de la denominada Cueva Maravilla Blanca, en el interior de la cantera de la fábrica de cemento de La Araña, con excepcionales formaciones geológicas y actualmente en estudio para su posible conservación.





Vista panorámica de Los Cantales



Cavidad rellena de sedimentos marinos y continentales en Los Cantales



Cueva Navarro IV, arte rupestre y espeleotemas



Cueva del Tesoro

El endokarst: las cuevas inundadas

Jorge Lopera Alcalá



Galerías llenas de agua, un nuevo reto

El agua subterránea ha acompañado a los espeleólogos malagueños desde que en los años 70 del pasado siglo se iniciaran las primeras exploraciones en la Sierra de las Nieves. En su camino de descenso hacia el interior del macizo, los principales obstáculos con los que tuvieron que enfrentarse los primeros exploradores, fueron las grandes galerías verticales (pozos). La osadía, curiosidad, nuevas técnicas y materiales, hicieron posible que los espeleólogos alcanzaran profundidades de hasta 1.000 metros bajo la superficie, como fue el caso de Sima G.E.S.M. Pero una vez superado el obstáculo de la verticalidad se encontraron con un nuevo reto: la galería continuaba, pero se encontraba completamente inundada, no la podían acompañar en su viaje subterráneo hacia el exterior. Al menos, en principio...

Ante este nuevo reto, algunos de los exploradores de estos sistemas subterráneos aprendieron a bucear y adaptaron materiales y técnicas para la superación del nuevo obstáculo que frenaba su avance; de esta manera el espeleobuceador continuaría con la exploración. Así, en septiembre de 1990, la provincia de Málaga fue el escenario de todo un récord a nivel mundial: se acometió la exploración subacuática del último punto alcanzado en Sima G.E.S.M, el lago ERE situado a 1.000 m de profundidad bajo tierra.

El espeleobuceo, más allá de los límites

Han pasado más de 30 años desde aquella épica exploración subacuática. En el transcurso de estos años, las técnicas y materiales han evolucionado. Actualmente, la formación, las técnicas y los equipos de los espeleobuceadores hacen que se estén acometiendo exploraciones de sistemas subterráneos inundados que antaño se consideraban como totalmente imposibles de transitar.



Conducto circular típico de agua a presión

Esta evolución ha hecho que estos exploradores subacuáticos pusieran su foco de atención no sólo en los puntos más profundos de la cueva, sino también en los lugares donde el agua emerge a la superficie: los manantiales o surgencias.

Son numerosos los manantiales existentes en la provincia de Málaga, la mayoría de los más caudalosos situados en el sector occidental. Los más importantes por sus caudales y comportamientos típicamente kárstico se encuentran en las zonas bajas de la Sierra de las Nieves: Río Verde (caudal medio de 750 L/s), Río Grande (caudal medio de 730 L/s) y nacimiento del Río Genal (caudal medio 230 L/s).





Buceando con varias botellas



Intersección de galería y chimenea inundadas



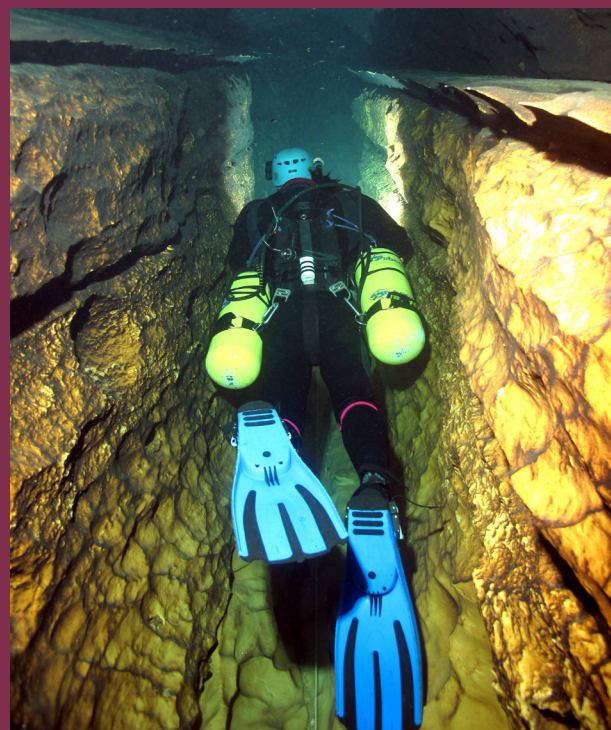
Lajas desprendidas

El nacimiento de Río Verde es, de momento, una surgencia impenetrable para su exploración subacuática, pero su comportamiento delata la existencia de conductos bien desarrollados. El interés por esta surgencia hizo que se prospeccionara sistemáticamente su entorno y que se encontrara, aguas arriba, otra surgencia estacional relacionada hídricamente con el nacimiento de Río Verde, la Alfaguara del Cinojal, que actualmente está en exploración, arrojando más de 1 km de galerías subterráneas, de las cuales cerca de 400 m se encuentran totalmente inundadas.

Situado en el término municipal de Iguala se encuentra el nacimiento del Río Genal, donde el agua emerge al exterior desde una galería subterránea que es accesible al explorador. Sin embargo, el agua de este manantial es aprovechada para el abastecimiento de la población local y no se permite la incursión en su interior por lo que se desconoce el cavernamiento que pueda haber bajo sus cristalinas aguas.

Zarzalones, el gigante subacuático

Pero, sin duda, de las tres surgencias mencionadas, es la de Río Grande, situada en el término municipal de Yunquera, la que despierta mayor interés, tanto a nivel espeleológico como hidrogeológico. Estudios realizados con trazadores químicos confirmaron que las aguas que emergen en la surgencia de Zarzalones, nombre por el que también es conocido el manantial de Río Grande, proviene en su mayor parte de los principales sistemas subterráneos que se están explorando en el corazón de la Sierra de las Nieves, como son Sima G.E.S.M y Sima del Aire. Las primeras incursiones en su interior se realizaron en 1978, pero fue a partir de 1980 cuando se dieron los primeros pasos hacia una exploración continuada en el tiempo hasta el día de hoy. En la actualidad se llevan explorados más de 2.500 m de galerías inundadas. La galería principal se dirige hacia el interior de la Sierra de las Nieves, a una profundidad superior a los 120 m bajo el agua y con unas dimensiones superiores a los 30 m de diámetro, todo un gigante que guarda celosamente sus secretos.



Golpes de gubia en galería inundada

Karst y cuevas en yesos

José Manuel Gil Márquez



Las evaporitas, rocas karstificables

En el norte de la provincia de Málaga existe una banda de materiales, conocida como Trías de Antequera, en la que abundan el yeso, la anhidrita y la halita (sal gema). Este tipo de rocas, denominadas evaporitas, son mucho más solubles que las calizas, lo que favorece su karstificación y una rápida evolución de las formas que en ellas se desarrollan. Cuando el yeso aflora en superficie, la disolución de la roca deja un rastro característico en forma de surcos que se conoce como lapiaz o *karren*. La generación de cavidades subterráneas cerca de la superficie produce inestabilidades en el terreno, que termina por hundirse, dando lugar a formas exokársticas que pueden llegar a alcanzar varias hectáreas de extensión. Cuando el hundimiento del terreno se produce en forma de derrumbe rápido, se generan colapsos. Se trata de depresiones que cuentan con paredes casi verticales, donde suelen encontrarse restos de bloques desprendidos. Es posible observar la evolución a lo largo de los años de este tipo de formas, desde unos pocos centímetros de diámetro en estadios iniciales, hasta alcanzar centenares de metros cuadrados de extensión y profundidades de varias decenas de metros. En el entorno del embalse del Guadalhorce se concentran algunos de los ejemplos de colapsos más espectaculares de toda la provincia de Málaga. Las dolinas, que si adquieren grandes dimensiones pueden convertirse en *uvalas* y poljes, son el tipo de formas más abundante. Se trata de depresiones cerradas, con carácter endorreico. Es decir, toda la escorrentía superficial que en ellas se produce como consecuencia de las precipitaciones circula hacia el fondo de la depresión. Existen numerosísimas dolinas en todo el Trías de Antequera, pero es en el paraje de Los Hoyos (Archidona) donde este tipo de formas adquiere un mayor desarrollo, con una densidad de 5 dolinas/km². Otra área con abundante presencia de dolinas es la Loma del Yesar, al sur de Archidona, con 3 dolinas/km².



Agua y gours en la Sima del Águila

Dolinas en yesos y humedales protegidos

Por lo general, el fondo de las dolinas está cubierto por depósitos arcillosos que favorecen que, tras episodios lluviosos, se genere el encharcamiento ocasional de muchas de estas depresiones. En algunos casos, incluso se llegan a formar humedales estacionales. Cuando las depresiones intersectan el nivel freático, se producen aportes de agua subterránea hacia el humedal, lo que permite prolongar su periodo de inundación hasta hacerlo permanente. Resultado de todo ello es la existencia de lagunas de muy diversa tipología, con distinta duración de hidroperiodo (tiempo de inundación) y mineralización del agua, desde dulce a salada. Se forman así complejos lagunares de alto valor ecológico, distribuidos entre Antequera, Campillos y Archidona. En los dos últimos casos, las lagunas están protegidas bajo la figura de Reserva Natural y están incluidas en el listado de humedales de importancia internacional de Ramsar.





Laguna de Caja, en la finca de la Yedra (Antequera), ejemplo de humedal estacional



Colapso de gran diámetro desarrollado en evaporitas en el entorno de Gómbates (Antequera)

Cuevas y simas en yesos

En algunos casos, las dolinas son drenadas por sumideros kársticos, pequeñas cavidades que aparecen en el fondo de las depresiones y que permiten la infiltración del agua de escorrentía hacia el subsuelo. El agua subterránea va disolviendo minerales a su paso y forma cavidades y conductos kársticos. En los enclaves en los que las evaporitas tienen mayor continuidad lateral se pueden llegar a formar redes kársticas de gran extensión. Los mejores ejemplos son el complejo de la Zarza (Antequera), con 2.309 metros de desarrollo y 225 metros de profundidad, y la Sima del Águila (Antequera), que cuenta con una longitud explorada de 651 m y un desnivel de más de 100 m. Esta última cavidad es conocida por presentar bellas formaciones de tipo *gours*, espeleotemas con forma de diques dispuestos de forma escalonada que represan el agua. Otras cuevas notables en yesos son la cueva de la Higuera, en el paraje de los Hoyos, y la cueva del Agua, en la Loma del Yesar.



Laguna Grande de Archidona, en el paraje de Los Hoyos, ejemplo de humedal permanente

El endokarst: cuevas hipogénicas

Antonio González Ramón



Un karst diferente

La karstificación hipogénica se ha definido como aquella debida a la disolución originada por fluidos provenientes de fuentes distantes o profundas, independientemente de la recarga superficial o clásica. Durante los flujos profundos, el agua puede adquirir condiciones reductoras por el consumo del oxígeno que llevaba en disolución cuando se infiltró. Además, se produce un incremento de sales disueltas y de la temperatura del agua. Si hay sulfatos disueltos, en presencia de bacterias sulforeductoras puede generarse gas sulfhídrico y también pueden existir aportes profundos de gas carbónico. En estas condiciones, cuando el agua asciende hacia la superficie en las zonas donde se localizan las surgencias de agua subterránea profunda, se vuelve agresiva, aún más si se mezcla con agua somera con condiciones oxidantes. Estas son las zonas donde preferencialmente se produce la karstificación hipogénica.

Ácido sulfúrico y yeso

Las morfologías que son consecuencia de la disolución hipogénica son similares, independientemente del proceso que las haya generado. Pero hay rasgos que sirven de indicadores para reconocer el factor genético que pudo actuar preferentemente. El más importante, que diferencia las cavidades generadas por acción del ácido carbónico o del sulfúrico, es la aparición de depósitos de yeso en el interior de la cavidad, como resultado de la disolución del carbonato cuando el ataque se produce por la presencia de ácido sulfúrico. Este proceso se denomina Espeleogénesis por Ácido Sulfúrico (EAS) y ha dado lugar a algunas de las grandes cavidades más importantes del mundo. El mejor ejemplo conocido en España se localiza precisamente en la provincia de Málaga: el conjunto de cuevas y simas de la sierra de Mollina.



Crecimientos espeleotémicos sobre bloques colapsados en la Sima del Soldado

La Sierra de Mollina se incluye en la cuenca de la Laguna de Fuente de Piedra. El afloramiento de carbonatos jurásicos ocupa 12,8 km² y presenta morfologías kársticas únicas, en relación con el resto de afloramientos de la zona con similar estructura y litología. Aparecen grupos de dolinas de colapso, que cubren gran parte del afloramiento, sin un claro control estructural y con diámetros que superan los 350 m. Por otra parte, la densidad de cavidades en este relativamente pequeño macizo es excepcional, con 39 cavidades inventariadas. Las cavidades suelen presentar un gran desarrollo de espeleotemas, en muchos casos afectados por colapsos.

Sin embargo, el rasgo más relevante es la presencia de yeso en las zonas profundas de algunas de las cavidades más importantes. El yeso aparece en forma de cortezas que cubren paredes y techos formados por carbonatos jurásicos y como bloques y depósitos. La textura de los yesos y el ambiente en el que se han formado están claramente relacionados con la EAS.





Espeleotemas y cortezas de yeso subacuático en la Sima del Soldado



Detalles de cortezas de yeso subacuático en la Sima del Soldado



Pared final de la Cueva de los Órganos con restos de cortezas de yeso y morfologías hipogénicas



Yesos recrystalizados en la Sima del Soldado



Columna en la Cueva de los Órganos

Dos cuevas hipogénicas malagueñas

La Cueva de los Órganos y la Sima del Soldado se encuentran en la ladera Este de la sierra de Mollina. En ambas se observan morfologías corrosivas que caracterizan la espeleogénesis hipogénica. En la cueva de los Órganos se observan canales de alimentación (los llamados *feeders*), asociados con cortezas de yeso y a su vez relacionados con

canales en las paredes y con *megacups*. En el techo hay cúpulas de corrosión y, en el suelo, bloques y depósitos de yeso microcristalino. En la Sima del Soldado se observan canales de alimentación asociados a cortezas de yeso de reemplazamiento que conservan la textura original de los carbonatos (yesos freáticos). A mayor cota, el yeso aparece como cortezas con textura microcristalina, bloques caídos y depósitos en el suelo (yesos subaéreos).

El mundo de los espeleotemas, filigranas minerales

Juan José Durán Valsero



Una gran diversidad tipológica

Bajo la denominación de espeleotemas se conocen los depósitos de origen químico que se depositan o crecen en el interior de las cuevas. Aunque existen más de 300 especies minerales encontradas en los depósitos de cuevas, la inmensa mayoría de los espeleotemas están compuestos, en un porcentaje muy importante, de carbonato cálcico, bajo sus dos formas mineralógicas principales de calcita y de aragonito.

En función de su génesis y de su morfología, los espeleotemas se clasifican en distintos tipos, de los cuales los más frecuentes son: las estalactitas, las estalagmitas, las columnas, las coladas, los suelos estalagmíticos, las aceras, las banderas, los gours, las excéntricas, las perlas de las cavernas o pisolitas, los coraloides, las flores de aragonito, los discos, las campanas y el *moonmilk* o leche de luna.

En las cuevas malagueñas existe una gran diversidad y cantidad de espeleotemas, algunos de ellos realmente singulares, que sorprenden por sus dimensiones, número, color, belleza, o rareza.

Los más característicos

Algunos de estos espeleotemas especialmente representativos de las cuevas malagueñas son: la Gran Estalagmita y los gours del Sistema Huididero-Gato; las excéntricas, “uñas”, moonmilk y grandes estalactitas y columnas de la Cueva de Nerja; las helictitas de la Cueva de Navarro IV; las cristalizaciones epiacuáticas de las cavidades de los Cantales de La Cala y de Rincón de la Victoria; los espeleotemas epiacuáticos de la Cueva de las Excéntricas; las curiosas estalagmitas con forma de huevo y los coraloides de Sima Begoña; la esbelta estalagmita de la Cueva de los Órganos; el denominado “Árbol de Navidad” en la Cueva de la Pileta; las campanas con forma de setas que dan nombre a la Sima de las Lepiotas; las perlas de las cavernas de la Sima de las Perlas; y los delicados cristales de yeso y las extrañas formaciones sólidas y líquidas que se conocen como “tetras negras” de la Sima del Aire.



Perlas de las cavernas en Sima Begoña





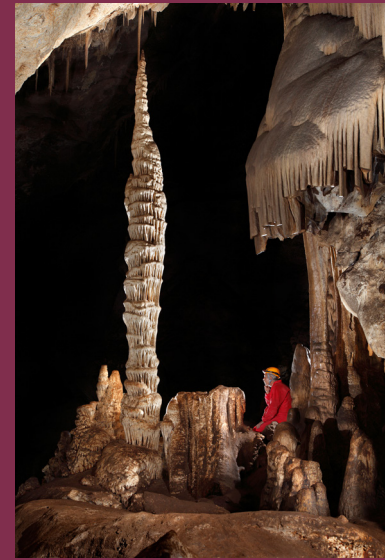
Campanas en la Sima de las Lepiotas



Columna en la Cueva de Nerja



Espeleotemas epiacuáticos en la Cueva de las Excéntricas



Estalagmita de la Cueva de los Órganos



Coraloide en Sima Begoña



Excéntricas de la Cueva de Nerja



Flores de aragonito en la Sima del Soldado



Gours de gran tamaño en el Sistema Huididero-Gato



Piñas de la Cueva de Nerja



Uñas en la Cueva de Nerja

El agua kárstica, recurso imprescindible

Bartolomé Andreo Navarro



Importancia de los recursos hídricos del karst

Los acuíferos kársticos constituyen alrededor del 15% de la superficie terrestre y almacenan recursos hídricos de los que depende aproximadamente un 20-25% de la población mundial. La tercera parte de la extensión de Europa (en torno a 3×10^6 km²) está ocupada por este tipo de acuíferos, de los que se abastecen, total o parcialmente, ciudades como Londres, Bristol, Lisboa, París, Montpellier, Viena, Roma, Pamplona, Ronda y Antequera, por citar sólo algunos ejemplos de cierta relevancia. En España, el área cubierta por acuíferos carbonáticos es de 105.000 km² y sus recursos de agua subterránea ascienden a unos 15.000 hm³/año. Más concretamente, en Andalucía, la superficie de materiales karstificables es de 7.000 km² y sus recursos son de 2.000 hm³/año, de los que casi 1.000 km² y 435 hm³/año corresponden a la provincia de Málaga. Estos datos ilustran sobre la importancia de los volúmenes de agua almacenados en este tipo de acuíferos.

Las aguas subterráneas de los acuíferos kársticos constituyen un recurso imprescindible en el territorio donde se encuentran, no sólo por su cuantía y la buena calidad que presentan en la mayoría de los casos, sino también por su distribución espacial. Son un recurso económico, pero también un activo ambiental. De hecho, los caudales ecológicos de los ríos y los volúmenes almacenados en los embalses dependen o están estrechamente relacionados con las aguas subterráneas procedentes de acuíferos kársticos. En el caso de la provincia de Málaga es particularmente evidente que la ubicación de gran parte de los núcleos urbanos responde al emplazamiento estratégico de los primeros pobladores allí donde existía un manantial que drenaba agua subterránea kárstica.

Evaluación de recursos hídricos kársticos

Un aspecto fundamental en materia de hidrogeología kárstica es evaluar la fracción de agua de lluvia, y eventualmente de escorrentía, que se infiltra en los acuíferos. Es lo que constituye la recarga o recursos hídricos renovables, que se drenan de manera natural por los manantiales. En los acuíferos kársticos de nuestras latitudes, la recarga media anual puede variar entre aproximadamente el 25-30% de la precipitación en el extremo oriental de Andalucía y más del 60% en la Sierra de Grazalema. En los acuíferos de la provincia de Málaga un valor orientativo de la recarga es el 50%.

Para la estimación de los recursos hídricos se utilizan diversos métodos, unos basados en la medida de la infiltración sobre un acuífero de dimensiones conocidas que se drena por unos puntos de descarga controlados, y otros que requieren cálculos indirectos (balances de agua en el suelo, técnicas hidroquímicas e isotópicas, simulaciones matemáticas). El método APLIS se desarrolló específicamente por el IGME y la Universidad de Málaga para evaluar la recarga en acuíferos kársticos a partir de variables como la altitud, pendiente, litología, formas de infiltración y suelo.

En los acuíferos kársticos, además de recursos renovables, existen reservas de agua almacenadas por debajo de la cota de los manantiales. Para evaluar estas reservas es necesario conocer las dimensiones de los acuíferos, especialmente de la zona saturada, y la porosidad eficaz o coeficiente de almacenamiento. Ello requiere la perforación de sondeos de investigación y la realización de ensayos de bombeo, junto con la aplicación de diversas técnicas hidrogeológicas (geofísicas, hidroquímicas, isotópicas).





Manantial de Benaoján



Borde oriental de la Sierra Mijas, rico en manantiales



Sierra de las Nieves, un auténtico depósito de agua subterránea

Gestión y protección de las aguas kársticas

El aprovechamiento de las aguas subterráneas de los acuíferos kársticos debe hacerse de forma sostenible, sin superar de forma continuada los recursos renovables medios anuales. Una explotación superior sería satisfecha a costa de las reservas, cuyo vaciado conllevaría el descenso del nivel piezométrico y consecuencias negativas, como la desecación de manantiales o humedales asociados, la sobreexplotación de acuíferos o la intrusión marina en áreas costeras.

En un escenario de cambio climático o de emergencia, las aguas subterráneas kársticas pueden constituir reservas estratégicas que contribuirían a mitigar los efectos negativos. Para una adecuada gestión es necesario conocer previamente el funcionamiento y las características de los acuíferos, además de sus recursos y reservas de agua. Esto es particularmente relevante en los sistemas carbonáticos, algunos de los cuales pueden tener recursos elevados pero en los que el drenaje del agua subterránea se produce de forma rápida (funcionamiento kárstico) y es difícil aprovecharla en las proximidades.

Por lo que respecta a la protección del agua subterránea en acuíferos kársticos debe hacerse mediante técnicas preventivas basadas en una ordenación del territorio. Se han desarrollado métodos basados en la cartografía de vulnerabilidad a la contaminación y en la definición de perímetros de protección específicos para medios kársticos. En estos medios, las velocidades de flujo pueden ser muy altas, la vulnerabilidad a la contaminación también, y un eventual vertido en áreas distantes de los manantiales puede contaminar sus aguas en poco tiempo.



Manantial de la Cueva del Gato en época de crecida

Manantiales de vida y de salud

Matías Mudarra Martínez

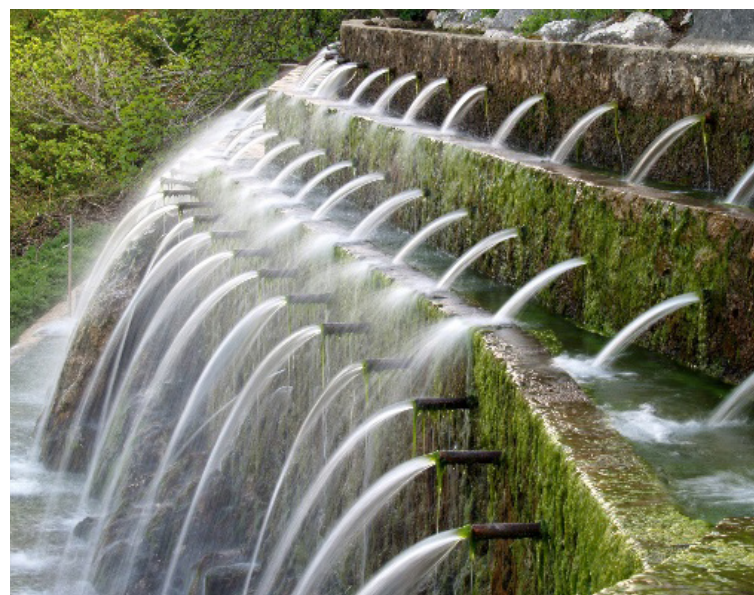


Caudales muy variables

Los manantiales kársticos representan la salida natural del agua a la superficie, que fluye por el interior de los macizos carbonáticos. Sus caudales suelen variar bastante, desde pocos litros por segundo a varias decenas de metros cúbicos por segundo, sobre todo después de periodos de lluvias. Por lo general, se localizan en posiciones topográficas bajas, tales como laderas o el fondo de los valles, aunque a veces aparecen en el cauce de los ríos, lagos e incluso bajo el mar, casi siempre asociados al contacto —estratigráfico o tectónico— entre formaciones geológicas con un marcado contraste de permeabilidad. Existen dos tipos principales de surgencias kársticas: aquellas en las que el agua emerge a la superficie por flujo libre, en muchos casos por cuevas, y otras en las que el agua brota por flujo ascendente. Estas últimas son conocidas como surgencias vaclusianas. Otro tipo de manantiales son los denominados *trop plein* (en francés, “demasiado lleno”), surgencias que se activan temporalmente, después de eventos significativos de lluvia. Pueden mostrar caudales muy elevados. Suelen estar asociadas espacialmente a manantiales permanentes que, en las condiciones indicadas, no son capaces de drenar toda el agua que les llega, por lo que el nivel freático asciende y se activan los conductos que alimentan a la surgencia temporal.

Manantiales por doquier

En la provincia de Málaga existen numerosos ejemplos de manantiales kársticos, dada la abundancia de afloramientos de rocas carbonáticas. Destacan por sus caudales surgencias como la Cueva del Gato, el Molino del Santo y el Charco del Moro, todas ellas en la sierra de Líbar; los manantiales de Las Zúas y Pozancón en la sierra de Jarastepar, este último un ejemplo magnífico de surgencia de tipo *trop plein*, o el



Manantial de los Cien Caños (Alta Cadena)

manantial de Zarzalones y los nacimientos de los ríos Verde y Genal en la sierra de las Nieves. Otras surgencias destacadas son el manantial de Cañamero, en la Serranía de Ronda, el de La Villa, asociado al Torcal de Antequera, o los de Villanueva del Rosario y Cien Caños (considerado el nacimiento del Río Guadalhorce) en el borde norte de la Alta Cadena. En la parte oriental de la provincia se encuentra el manantial de Guaro (Periana), el de La Fájara (Canillas de Aceituno) y la surgencia de Maro (Nerja). A partir del estudio del agua drenada por estas y por otras muchas surgencias, se ha podido avanzar en la comprensión de las características hidrogeológicas de los acuíferos carbonáticos de la provincia de Málaga.





Nacimiento del Río Genal

Aguas de excelente calidad

A lo largo de la historia, los manantiales kársticos han sido determinantes a la hora de establecer asentamientos humanos y son numerosos los pueblos y ciudades que se abastecen de sus aguas, generalmente de excelente calidad. Algunos de ellos han sido utilizados como balnearios (Carratraca, Vilo) o como agua natural embotellada (Casarabonela). Además de por sus recursos, los manantiales kársticos despiertan una enorme curiosidad, ya que normalmente se ubican en lugares de gran belleza y su descarga suele ser muy espectacular, capaces de originar ríos. Se trata de puntos singulares, muchas veces asociados a parajes de gran valor natural, paisajístico, faunístico y botánico, que forman parte de nuestro patrimonio hidrogeológico. Muchos de ellos se han secado y otros corren el riesgo de verse afectados, por lo que la sociedad debe tratar de protegerlos y conservarlos, de forma que puedan seguir disfrutando de ellos las generaciones futuras.



Nacimiento de La Villa



Manantial Molino del Santo (sierra de Líbar)



Manantial del Pozancón

Vida en la oscuridad

Olvido Herrero Tejedor y Juan Ramón Boyero Gallardo



La Bioespeleología, una ciencia joven

Aunque parezca difícil creerlo, en el interior de las cuevas, en un mundo sin luz y con condiciones prácticamente estables de temperatura y elevada humedad relativa del aire, existen organismos capaces de sobrevivir en un delicado equilibrio con el ambiente subterráneo. La ciencia que estudia estos extraordinarios organismos se denomina Bioespeleología, la cual acoge investigadores de numerosas ramas del saber, desde la microbiología hasta la zoología, pasando por la botánica; su objetivo es descubrir, describir y explicar la amplia biodiversidad que alberga el mundo subterráneo. Comparada con otras disciplinas científicas, su historia es relativamente breve, poco más de un siglo, y su producción científica aún no es muy extensa; sin embargo, su interés es extraordinariamente elevado, como referente para un planeta sometido a un rápido proceso de transformación, tanto en superficie donde se aprecia más claramente, como en su interior, en el subsuelo, donde los efectos son más complejos de observar.

Los invertebrados cavernícolas

Los invertebrados constituyen el grupo más estudiado dentro del mundo subterráneo. Estos animales presentan una serie de características anatómicas y fisiológicas que los hace diferentes a los que viven en la superficie. Darwin ya advirtió que sufrían atrofia de ciertos órganos hasta convertirse en rudimentarios, pero hoy en día sabemos que, en otros aspectos, adquieren un nivel de especialización sorprendente. Algunas cavidades malagueñas llamaron la atención de los pioneros de la Bioespeleología: la cueva de la Pileta, en Benaolán, y el sistema Motillas-Ramblazo, en Cortes de la Frontera, fueron exploradas por el francés abate Breuil en 1912 desde el punto de vista arqueológico y también encontró y capturó algunas especies cavernícolas.

Los ejemplares recolectados por el abate fueron estudiados por Jaenel y Racoviță, pioneros bioespeleólogos. Hasta ahora se han descrito del orden de 70 especies de invertebrados cavernícolas en la provincia de Málaga, aunque sin duda es solo una pequeña parte de los existentes. Entre los descubrimientos más recientes, destacan dos nuevas especies: el coleóptero *Domene gevia* y el colémbolo *Onychiurus gevorum*, ambos en el Parque Nacional de la Sierra de las Nieves. También allí está la cavidad en la que se han localizado, excepcionalmente, ejemplares vivos de un caracol endémico de las provincias de Málaga y Cádiz, *Oestophora ebria*.

Los murciélagos, los auténticos protagonistas de las cuevas

Las cuevas y simas de la provincia de Málaga sirven de refugio a un total de 22 especies de murciélagos. Algunas albergan colonias que son clave para la supervivencia de sus poblaciones, aunque por desgracia han sufrido importantes descensos en las últimas décadas. Por su tamaño y diversidad son especialmente destacables los refugios de cría e hibernación localizados en los sistemas Huididero-Gato y Motillas-Ramblazo, así como los presentes en las cuevas de la Pileta y de Belda. En el Parque Nacional de la Sierra de las Nieves podemos destacar una importante colonia de hibernación de la especie *Myotis blythii*, única en la Península. Por su importancia para el ecosistema y de cara al propio beneficio para el conjunto de la sociedad, todas las especies de murciélagos están protegidas. Algunas de las colonias citadas albergan millares de individuos y, a lo largo de la temporada de cría, pueden dar buena cuenta de toneladas de insectos, contribuyendo de manera natural y eficaz al control de muchas plagas que afectan al olivo, a la vid o al castaño, cultivos básicos en la economía malagueña.





Entrada de cueva protegida mediante cerramiento adecuado para el paso de murciélagos, Cueva del Agua (Canillas de Albaida)



Ejemplar vivo del caracol *Oesophora ebria* localizado en una cueva de la Sierra de las Nieves



Colémbolo *Onichiurus gevorum*, de la Sierra de las Nieves



Trampa con muestras de entomofauna cavernícola

Unos ecosistemas frágiles en peligro

La fragilidad del ecosistema subterráneo lo hace especialmente vulnerable a cualquier tipo de actividad, incluso frente a aquellas que pueden parecer muy leves, como es el simple acceso a las mismas para su visita en una época inadecuada. En el caso de los murciélagos hay que añadir además las actividades en el exterior, que pueden suponer un riesgo añadido para algunas especies. Aún nos queda mucho por aprender de este entorno exclusivo y es fundamental tomar conciencia de que cualquier alteración del mundo subterráneo es, en la mayoría de los casos, difícilmente reversible.



Recogida de muestras de entomofauna por trampeo

Espeleología, una aventura apasionante

José Enrique Sánchez



El fantástico mundo subterráneo

Una cueva, caverna o gruta, es una cavidad natural del terreno causada por algún tipo de disolución, erosión o depósito original, formada por la acción del agua, el viento, el hielo o la lava.

En la mayoría de los casos, son cavidades kársticas, que se producen tras la disolución de las rocas carbonáticas, yesíferas o salinas por la acción del agua, en un proceso que puede durar miles o millones de años.

Todo ese conjunto de cavidades naturales, forman el denominado mundo subterráneo, un espacio en la oscuridad que atrae fuertemente a algunas personas, para descubrir lo que se esconde en sus desconocidas profundidades practicando una apasionante actividad: la Espeleología.

Espeleología, un deporte-ciencia

La Espeleología, un deporte-ciencia, tiene como objeto la exploración y el estudio de las cavidades subterráneas, brindando a los espíritus inquietos un motivo de atracción y de conocimiento, explorando, topografiando y catalogando todo tipo de cuevas y simas. También colaborando en la investigación científica desde sus más variadas disciplinas: geología, biología, hidrología, arqueología, y otras muchas materias que tienen una parte de su campo de investigación en el mundo subterráneo. Al mismo tiempo, la Espeleología ofrece multitud de atractivos lúdicos a diversos niveles, lo que hace de ella una actividad muy completa, tanto en su vertiente estrictamente deportiva, de ocio y aventura, como en la que contempla un componente científico y de estudio: ciencia y deporte de la mano, unidos. Podemos descender a cuevas y simas ya exploradas y conocidas con anterioridad por puro placer y observar rincones de increíble belleza, pero, sin lugar a dudas, la vertiente de exploración de nuevas cavidades y la del apoyo científico es la que acaba definiendo al auténtico espeleólogo: el interés de lo desconocido, junto con las grandes dosis de aventura y trabajo en equipo son los ingredientes básicos que hacen de la exploración de las cuevas algo fascinante.



Espeleólogo descendiendo un pozo

Un mundo de oscuridad y contrastes

Oscuridad, agua, alegría, misterio, vida, todo un mundo de contrastes en un entorno único que se abrirá a la luz de nuestros focos (junto con un equipamiento técnico de última generación), para sorprendernos con la inigualable belleza de sus grandes pozos verticales, sus enormes y gigantescas salas, sus ríos de agua subterránea, los curiosos animales que lo habitan y un gran tesoro de la naturaleza: los espeleotemas. Desentrañar los misterios del mundo subterráneo, todavía ampliamente desconocido, constituye un reto personal, que a buen seguro despertará nuestro espíritu aventurero y de investigación. En el mundo subterráneo particular de cada espeleólogo no han hecho más que comenzar los hallazgos: tras cada nueva galería, pozo, sima o paso estrecho se abren más y más nuevas posibilidades de descubrimientos para conocer el interior de la Tierra y para explorar ese mundo poco conocido y apasionante de la mano de la Espeleología.





Campamento de espeleólogos en el interior de una cueva



Los espeleotemas son muy abundantes en algunas cavidades



Pozo vertical en el interior de una sima



Pasamanos en una galería inundada



Los murciélagos son animales típicos de las cuevas



Galería horizontal en una cueva



3. 2. DE LOS NEANDERTALES A LA ACTUALIDAD, UNA ESTRECHA RELACIÓN DE LOS HUMANOS CON LAS CUEVAS MALAGUEÑAS

El ser humano en la Prehistoria y las cuevas malagueñas

José Ramos Muñoz



Las primeras ocupaciones humanas

Los condicionantes geológicos de la provincia de Málaga han permitido localizar numerosas cavidades con testimonios de ocupaciones prehistóricas. Tradicionalmente, se ha tenido para el Paleolítico una visión asociada a etapas frías, glaciales. El sur de la península ibérica, por sus condiciones de latitud fue, en general, en el Cuaternario, un territorio de refugio de sociedades cazadoras-recolectoras, donde predominaron episodios de clima suave. Estas circunstancias ecológicas facilitaron a estas sociedades la posibilidad de obtener numerosos recursos vegetales, y de fauna terrestre y marina de su territorio.

Las primeras ocupaciones por sociedades prehistóricas en Málaga se vinculan al denominado tecnocomplejo Achelense-Modo 2. No se conoce con precisión su cronología, pero debió ser en el Pleistoceno Inferior, asociadas a variantes antropológicas de *Homo erectus* u *Homo antecessor*. Hay evidencias de fauna y tecnología de bifaces en el complejo kárstico de las Palomas de Teba.

Llegan los neandertales

Las sociedades de *Homo sapiens neanderthalensis* ocupan el territorio de Málaga probablemente en el Pleistoceno Medio y, con seguridad, en el Pleistoceno Superior, es decir, hace unos 120.000 años. Disponen de un tecnocomplejo muy definido de tipo Musteriense-Modo 3, con núcleos centrípetos y *levallois* y, entre los productos retocados, raederas y puntas. Hay registro antropológico fósil en la Cueva del Boquete de Zafarraya (Alcaucín) y buenas evidencias de sus productos líticos en la Cueva de Ardales (Ardales), la Sima de las Palomas (Teba), la Cueva de las Grajas (Archidona) y, en el litoral de la Bahía de Málaga, en los Abrigos del Humo (La Araña, Málaga) y la Cueva del Bajondillo (Torremolinos). Las sociedades neandertales están



Perfil estratigráfico de la Sima de las Palomas, en Teba

documentadas en el litoral y en el interior de Málaga, entre 60-45 ka. Algunos estudios recientes dan una valoración más humana de estas sociedades, con lenguaje, caza organizada y especializada, estructuración de los espacios, prácticas de enterramientos y empleo de elementos decorativos. Recientemente, en la Cueva de Ardales, se han podido constatar evidencias de manifestaciones gráficas que por la cronología absoluta obtenida de las costras calcáreas superpuestas han debido ser realizadas por sociedades neandertales.





Cueva del Boquete de Zafarraya



Foliáceo del Solutrense de la Cueva de Ardales



Cerámica en la Cueva de Nerja

Nosotros, los *Homo sapiens sapiens*

La presencia de *Homo sapiens sapiens*, o humanos anatómicamente modernos, se documenta en torno a 35 ka, en la Cueva de Ardales, existiendo importantes secuencias de su ocupación en la Cueva de Nerja (Nerja) y la Cueva del Bajondillo. Las cuevas eran utilizadas para realizar actividades específicas, como expresiones gráficas y artísticas, viviendo las bandas cazadoras-recolectoras en lugares inmediatos a su entrada y en campamentos situados al aire libre. Los tecnocomplejos mejor documentados en las cuevas de Málaga vinculados al Paleolítico superior-Modo 4 son Gravetiense, Solutrense y Magdaleniense. La presencia de arte paleolítico es de gran interés en las cuevas de Málaga. Hay evidencias de toda su secuencia, desde 60 ka a 10 ka. Están documentados los estilos clásicos: arte antiguo vinculado a poblaciones neandertales y los relacionados con los estilos I a IV del suroeste de Europa del Paleolítico superior. Además de los signos (manchas, líneas, series de puntos), se documentan animales (cabras, ciervos, bóvidos, caballos) y entre las figuras humanas se representan mujeres. Las técnicas empleadas son preferentemente pinturas y grabados. Ha habido varias hipótesis para explicar el significado y la función del arte paleolítico: quizás representa una expresión ideológica de los modos de vida. La ocupación de las cuevas también está atestiguada en Málaga en el Holoceno. Hay evidencias de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras explotadoras de recursos marinos asociadas al Epipaleolítico en la Cueva de Nerja, Hoyo de la Mina y la Cueva del Bajondillo.

La revolución neolítica

A partir del Neolítico se produce un gran cambio en el modo de producción que se refleja en los modos de vida de las sociedades prehistóricas. Las prácticas de caza, pesca, marisqueo y recolección se mantienen y asistimos a la invención de la agricultura y ganadería. Van a ir implantándose aldeas cada vez más estables y se irán diversificando los oficios y artesanías, como la cerámica, el hueso trabajado, los textiles, las industrias líticas talladas, al tiempo que los modos de vida serán cada vez más sedentarios. Las cuevas serán lugares para enterramientos, como sucedió en la Cueva de Ardales y la Cueva del Toro (Antequera), situadas en nichos y huecos de la entrada o en lugares específicos, como en las Galerías Altas de la Cueva de Ardales. Junto a los entierros se depositan productos significativos como cerámicas (cardiales, decoradas incisas, a la almagra) e instrumentos líticos, óseos, así como cuentas en piedras exóticas, como variscita o ámbar. También hay documentadas pinturas, denominadas ahora esquemáticas, destacando las localizadas en la Cueva de la Pileta (Benaolán) y en numerosos pequeños abrigos.

Las cuevas han sido, por tanto, lugares de refugio y de actividades especiales, vinculadas al arte, de sociedades cazadoras-recolectoras paleolíticas. A partir del Neolítico, las sociedades tribales, las usarán como lugares de enterramientos y de cierto almacenaje, manteniendo las funciones ideológicas y simbólicas.

La Cueva de Nerja, sinergia natural y cultural

Yolanda del Rosal Padial, Cristina Liñán Baena y Luis Efrén Fernández Rodríguez



Un paisaje subterráneo singular

La Cueva de Nerja es una de las grandes cavidades de Andalucía, con unos 300.000 m³ de volumen, 35.000 m² de superficie y casi 5 kilómetros de desarrollo topográfico. No obstante, las investigaciones de los últimos años han puesto de manifiesto que sus salas y galerías están íntimamente relacionadas con otras grandes cavidades del entorno, por lo que, probablemente, el conocimiento del volumen del cavernamiento se amplíe en un futuro no muy lejano. Declarada Bien de Interés Cultural y considerada Lugar de Interés Geológico de relevancia internacional, la cavidad conjuga, de forma excepcional, patrimonio arqueológico y natural en un medio subterráneo parcialmente accesible al público. Una tercera parte de la cueva, las denominadas Galerías Bajas, se encuentra habilitada para la visita turística. Una experiencia única y apasionante.

El paisaje subterráneo de la Cueva de Nerja es, sin duda, difícil de olvidar. Su belleza e importancia estética derivan de una conjunción de aspectos, pero sin duda dos de ellos son especialmente destacables: por un lado, sus dimensiones y, por otro, el sinfín de formaciones que alberga y que hacen de ella un auténtico “museo de espeleotemas”, con más de 20 tipos diferentes. Algunas formaciones destacan también por su gran tamaño, como la colosal columna de la Sala del Cataclismo, o por su antigüedad, en algunos casos próxima al millón de años.

Espeleotemas y sedimentos detríticos

Pero los espeleotemas no solo decoran las cuevas. De hecho, son increíbles registros naturales, que permiten obtener información sobre el clima de épocas remotas, el suelo y la cubierta vegetal que existían sobre la cueva en el pasado o los paleoterremotos acontecidos en la región.

Muchos de los espeleotemas de la Cueva de Nerja fueron usados por nuestros antepasados de la Prehistoria como lienzo donde plasmar espectaculares pinturas y grabados rupestres, o incluso como lámparas fijas para iluminar la cavidad, como es el caso de las antiestagalmitas. Quizá también conocieran las propiedades antisépticas del *moonmilk*, cuyo uso medicinal está atestiguado durante los últimos siglos, aunque este aspecto aún no ha podido ser confirmado. De forma indirecta, los grupos humanos dejaron otras huellas en las paredes y espeleotemas de la cueva, aún más sorprendentes si cabe. Es el caso del hollín procedente de los fuegos prehistóricos, y que ha quedado atrapado entre las capas de calcita que forman los espeleotemas.

Además de espeleotemas, la cueva alberga importantes volúmenes de sedimentos detríticos que, en algunos casos, contienen numerosos restos arqueológicos, paleobotánicos y paleontológicos, como piezas de hueso o sílex, carbones, pólenes, conchas de moluscos, restos óseos, fibras vegetales e incluso escamas y espinas de peces. Todos ellos dan testimonio del paso, modos de vida y características del medio natural de los grupos humanos cazadores, recolectores y pescadores del Paleolítico Superior, así como de otras sociedades productoras de alimentos entre el Neolítico Inicial y comienzos de la Edad del Bronce, así como de los cambios sufridos a lo largo del tiempo.



Posibles capas de hollín intercaladas entre capas de carbonato cálcico. Sala de los Fantasmas, Galerías Bajas





Cabra negra. Sala de Columnas de Hércules, Galerías Altas.



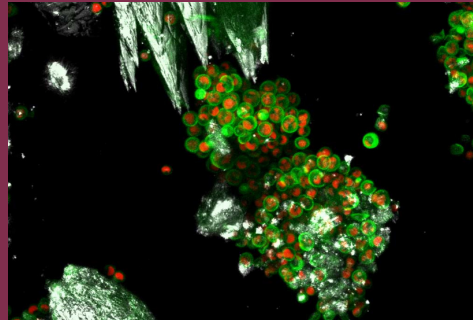
Sedimentos detríticos de la Sala de la Torca, Galerías Bajas



Antiestalagmita usada como lámpara durante la Prehistoria. Sala del Cataclismo, Galerías Bajas



Dipluro *Plusiocampa baetica*



Microalga *Cyanidium* sp.



Perlas de las cavernas en la Sala de la Torca, Galerías Bajas.

Un ecosistema particular

Pero nuestros antepasados no fueron los únicos habitantes de la cueva. La elevada humedad, la oscuridad y la limitación de recursos nutricionales de las cuevas las convierte, desde tiempos ancestrales, en el hogar de seres extraordinarios, con frecuencia endemismos perfectamente adaptados al medio subterráneo. Por ejemplo, en la Cueva de Nerja habita el pseudoescorpión *Ephippiochthonius nerjaensis* (Carabajal Márquez, García Carrillo & Rodríguez Fernández, 2001), el dipluro *Plusiocampa baetica* (Sendra, 2004), el isópodo *Porcellio narixae* (Cifuentes, 2018) o la microalga *Cyanidium* sp.

Respetar el equilibrio ambiental de este particular ecosistema subterráneo y de su entorno resulta imprescindible para la conservación de la propia cueva y de su patrimonio. Y una cueva así merece, sin duda, ser cuidada ¿verdad?



Gran Columna, Sala del Cataclismo, Galerías Bajas

La Cueva de Nerja, arte en la oscuridad

Luis Efrén Fernández Rodríguez, Yolanda del Rosal Padial y Cristina Liñán Baena



Una cueva cargada de simbolismo

La Cueva de Nerja es la cavidad decorada que alberga el conjunto más numeroso de manifestaciones simbólicas y artísticas del paleolítico europeo. Ya desde 1959, año de su descubrimiento, se hizo evidente la importancia del yacimiento y de las manifestaciones parietales pleistocénicas, paleolíticas, y holocénicas, correspondientes ya a las sociedades productoras. Las investigaciones arqueológicas y los hallazgos han sido continuos desde esa fecha. Los autores de pinturas y grabados utilizaron preferentemente las Galerías Bajas, abiertas al turismo, aunque también se adentraron en varios espacios de las Galerías Altas, zonas de acceso muy complicado. El registro estratigráfico conocido hasta ahora se remonta al Gravetiense y, en base a las últimas dataciones, aún inéditas, las primeras manifestaciones gráficas registradas se identifican con dicho tecno-complejo, en torno al 25000 BP (años antes de la actualidad).

El santuario paleolítico

La mayor parte del “santuario” de Nerja se corresponde con el Solutrense. El pigmento rojo de óxidos de hierro es el usado de forma casi mayoritaria. Las manifestaciones se organizan en dos series, una arcaica y otra más reciente, y se extienden en el tiempo entre el 20000 y el 16000 BP aproximadamente. Espacialmente se organiza con desarrollo lineal, articulado en varios espacios topográficos relevantes, en los que suelen localizarse los figurativos, ciervas de forma dominante, aunque se aprecia una importante asociación con equinos y caprinos. El bestiario se reduce a ciervos, ciervas, caballos y caprinos, siendo algunas representaciones faunísticas de difícil clasificación. En cualquier caso, casi el 95% del conjunto pictórico está constituido por signos, puntuaciones, trazos en haz, en paralelo y oblicuos, junto

a otras representaciones de diversa geometría. En el Camarín del Órgano, parecen disponerse con una sintaxis rítmica en lo que puede interpretarse como un código gráfico de transmisión de ideas.

Los nuevos medios de iluminación aplicados a la prospección, así como el apoyo que brinda la tecnología digital y su procesamiento informático, permiten efectuar nuevos descubrimientos de forma casi constante. Entre ellos, algunos paneles donde el pigmento se aplicó utilizando la técnica del aerógrafo bucal, sin elementos intermedios entre panel y artista, algo bastante novedosos en el panorama del arte rupestre. También se estudian nuevos figurativos y grabados y, de forma excepcional, la primera mano delineada en la cueva, en este caso en positivo, empleando pigmento rojo y actualmente en fase de estudio.



Trazos magdalenienses en el Salón Negro, Galerías Altas

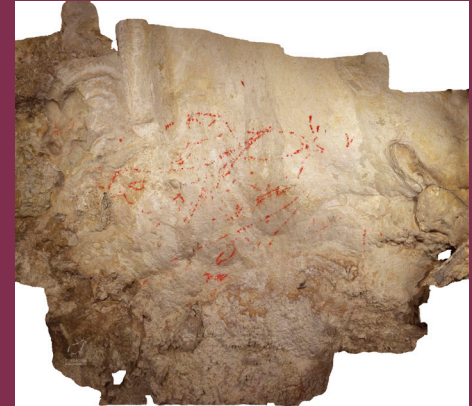




Camarin de los pisciformes, Galerías Altas



Bitriangulares de la Sala de la Cocina, en las Galerías Altas



Calco digital de las pinturas de un panel de la Sala del Cataclismo

Las representaciones que se corresponden con el Magdaleniense Inferior, momento no registrado aún en la secuencia estratigráfica, son trazos carbonosos ubicados en el Salón Negro de las Galerías Altas.

En relación a los trabajos de datación absoluta, Nerja se puede definir como un laboratorio de ensayo, donde el equipo del Proyecto General de Investigación está cruzando diversas técnicas, en muchos casos con un elevado éxito y coherencia cronológica. Por el contrario, los ensayos de datación Uranio/Torio, centrados en el Camarín de los Pisciformes, en las Galerías Altas, están resultando infructuosos, aunque prosiguen los estudios.

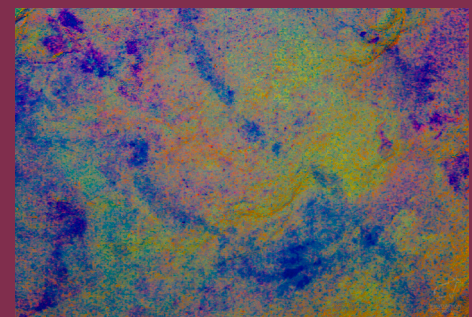
Adscrito al tecno-complejo cultural magdaleniense, se trabaja sobre un grabado pisciforme localizado en la galería superior de la sala del Belén, donde se ha ensayado una novedosa técnica de documentación gráfica.

Las representaciones post-paleolíticas

El arte holocénico, que se corresponde con las sociedades productoras en el tránsito entre el Neolítico y el Calcolítico, se encuentra vinculado con un intenso uso funerario del cavernamiento. Se extiende desde las salas exteriores, con manifestaciones pictóricas ejecutadas en pigmento rojo que esquematizan la figura humana, situadas en la sala de la Torca, hasta las zonas extremas de las Galerías Bajas, donde se localizan grabados bitriangulares, en la sala del Cataclismo. Representaciones similares, también grabadas, se localizan en la sala de la Cocina, en las Galerías Altas, y podrían interpretarse como deidades funerarias con cuerpo y vestimenta esquemáticos.



Ciervo Negro, Laberinto de las Galerías Altas



Caballo acéfalo, Solutrense. Sala del Cataclismo

La Cueva de Ardales, una historia de superación

Pedro Cantalejo Duarte



200 años de conocimiento

Situada en el cerro de la Calinoria (Ardales), forma parte del pequeño sistema montañoso de la Serrezuela, formado por calizas y mármoles del Triásico. La boca de entrada a esta cavidad, de más de 1.565 metros de desarrollo, se abre a 565 m s.n.m., abriendo paso a un recorrido cultural que fue diseñado y acondicionado en la primera mitad del siglo XIX.

Descubierta en abril de 1821 como consecuencia de un terremoto, empezó a visitarse muy pronto por los clientes de los baños sulfurosos de Carratraca y Ardales. Sin embargo, fue Trinidad Grund, burguesa afincada en Málaga, la que acometió las obras necesarias para habilitar la cavidad en 1852, con unos accesos suficientes, dotándola de palometas para colgar lámparas de aceite y con servicio de guía. La muerte de Trinidad Grund (1896) y la Guerra Civil (1936) trastocaron una actividad espeleológica que sorprendió al mismísimo Henri Breuil cuando visitó la cueva en 1918 y descubrió, junto con Miguel Such, diez paneles grabados y pintados durante el Paleolítico superior que publicó en la revista *L'Anthropologie* en 1921, en París.

Del abandono a la recuperación

El yacimiento, declarado Monumento Nacional en 1929, sufrió el abandono más absoluto a partir de la guerra y pasó varias décadas sin las debidas atenciones de protección e investigación, quedando relegada, como otras cuevas prehistóricas malagueñas, en la carrera científica que se desarrollaba en la zona franco-cantábrica. En 1981, los espeleólogos de la Sociedad Excursionista de Málaga, realizando una nueva topografía de la cavidad, descubren, tras una escalada de 16 metros, unas galerías repletas de restos arqueológicos y de arte prehistórico, totalmente desconocidas. Con la transferencia de las competencias del

Ministerio de Cultura a la Junta de Andalucía, se inician los trámites para su protección y el proyecto de Recuperación y Estudio (1985-1992) que ha liderado, desde entonces el Ayuntamiento de Ardales.

Desde 1992 y hasta 2006, el equipo de investigación actual revisó todo el arte prehistórico conservado en la cavidad y se iniciaron los estudios antropológicos. Los resultados se publicaron en una monografía donde se representaron los motivos estudiados, en una secuencia gráfica con cuatro grandes fases artísticas y una final de menor impacto. Se definieron los usos de la cavidad durante la Prehistoria: como refugio exterior e interior durante el Paleolítico medio y superior; como un gran contenedor de una obra gráfica (pinturas y grabados) que conserva los cuatro grandes temas de todo el arte rupestre: representaciones de manos, fauna, figuras humanas y signos.

Últimos descubrimientos

Desde 2010 se retoman, esta vez mediante un convenio internacional liderado por la Universidad de Cádiz, el *Neanderthal Museum* de Alemania y el Ayuntamiento de Ardales, con los permisos de la Consejería de Cultura y Patrimonio de la Junta de Andalucía, un proyecto de excavaciones arqueológicas y la aplicación de nuevas tecnologías a todo el yacimiento que sigue ofreciendo resultados de gran importancia científica, entre los que destacan la obtención de más de cien dataciones absolutas que abarcan más de sesenta mil años de ocupaciones humanas y la constatación científica de que existen unos motivos artísticos en rojo que se realizaron durante el Paleolítico Medio, entre 65.000 y 45.000 años antes del presente.





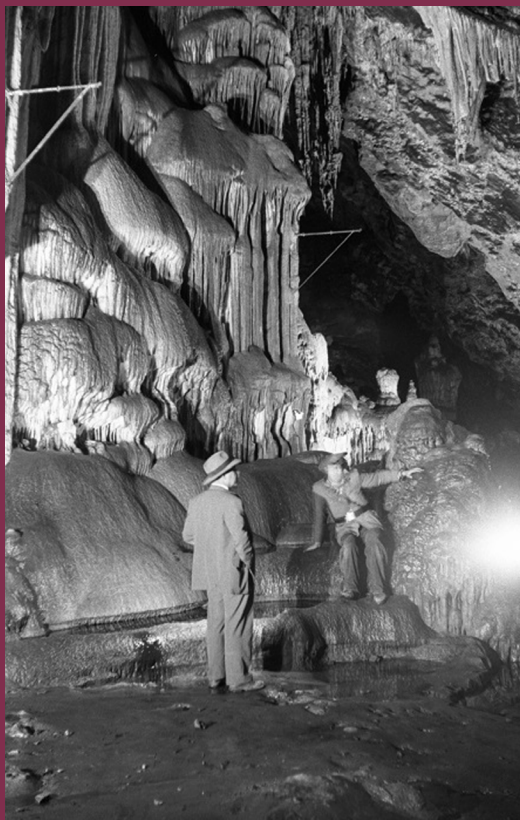
Miguel Such en la Cueva de Ardales



Excavaciones internacionales en la Sala de las Estrellas



Enterramientos colectivos calcolíticos



Giménez Reyna en la Sala de las Estrellas con el guía de la Cueva de Ardales. 1960.



Sala de las Estrellas



Arte paleolítico descubierto por Henri Breuil

La Cueva de Ardales: los pintores neandertales

Pedro Cantalejo Duarte



Las dataciones del arte, un problema complejo

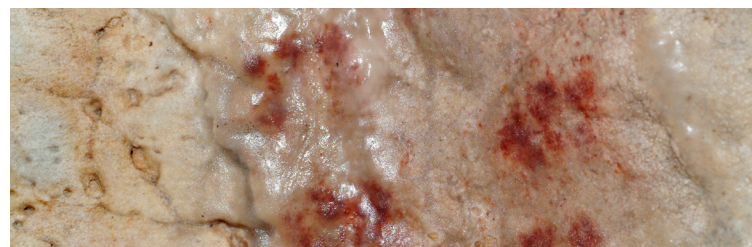
En Europa se han podido estudiar cuatrocientos yacimientos con arte paleolítico; más del noventa por ciento se sitúan en cavidades naturales oscuras, el resto, en estaciones al aire libre o abrigos someros. Hasta hace pocos años sólo se podían datar directamente aquellas pinturas realizadas con pigmentos orgánicos (carbones), que son menos del 6% del legado artístico, lo que ha provocado un amplio desconocimiento general y condicionado muchas opiniones científicas sobre las cavidades que contienen, claramente, diversas agregaciones gráficas creadas a lo largo de milenios.

El caso andaluz es muy paradigmático: las escasas dataciones realizadas sobre el arte negro con ^{14}C situaron en veinte mil años de antigüedad las representaciones de fauna ejecutadas a punta de carboncillo en distintas cavidades, pero este hecho se utilizó como diagnóstico general de todo el arte del extremo occidental de Europa, convirtiéndolo en una región paleolítica periférica y retardataria, situada a más de mil kilómetros del arte franco-cantábrico.

En 2017, se desarrolló un proyecto de dataciones absolutas del arte paleolítico en la Península Ibérica, que permitió la detección de fechas anteriores y posteriores a la realización de una serie de vestigios, pintados o grabados, a través del análisis cronológico de las pátinas cristalinas, tanto infrapuestas como superpuestas al pigmento. Esta tecnología permite datar cualquier vestigio que haya sido cubierto por estas finísimas costras calcáreas, tan frecuentes en algunas cavidades naturales, dado que, gracias a la desintegración radiactiva del Uranio que se va transformando en Torio a un ritmo constante, se pueden conocer, con precisión, la edad de las pátinas, al margen de la composición de los pigmentos con los que fueron realizadas estas pinturas o del modo de ejecución de los grabados. Lo que significa que, en un futuro inmediato, se irán generalizando las dataciones absolutas de todo tipo de vestigios rupestres y no sólo de los realizados con carbones.

Un arte muy antiguo

Los resultados han demostrado, en algunas cavidades españolas, una antigüedad máxima de cuarenta mil años para las primeras representaciones figurativas (fauna), pintadas con óxidos y de más de cuarenta y cinco mil años, para algunas manchas, digitaciones y manos aerografiadas, realizadas con pigmentos minerales rojos que, en estos casos, fueron siempre motivos no figurativos. Los principales yacimientos rupestres datados por este método (U/Th), que hasta ahora se usaba casi exclusivamente para datar gruesas costras estalagmíticas, como las que separan en ocasiones sedimentos cuaternarios, han sido las cuevas de El Castillo y La Pasiega (Puente Viesgo, Cantabria), Altamira (Santillana del Mar, Cantabria), Maltravieso (Cáceres, Extremadura) y Ardales (Ardales, Málaga), a las que hay que añadir las dataciones de Gorham Cave (Gibraltar). En todos estos casos, el arte no figurativo rojo ha sido datado en más de treinta y cinco mil seiscientos años (mínimo) y hasta sesenta y cinco mil años (máximo). Estas cronologías se relacionan con uno de los grandes procesos de la humanidad: la sustitución demográfica de los grupos humanos neandertales por los *Homo sapiens* (el tránsito entre el Paleolítico Medio y el Superior). El nuevo marco de la investigación sobre el arte rupestre paleolítico que se abre tras la aplicación de las nuevas tecnologías sitúa a la Cueva de Ardales en el centro del debate sobre el nacimiento de la conducta simbólica de los humanos.

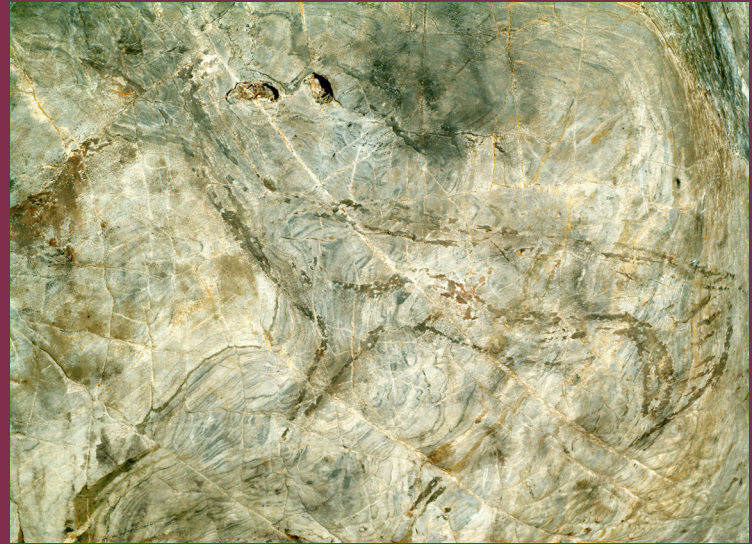


Puntuaciones rojas realizadas con tres dedos





Construcciones calcolíticas en las Galerías Altas



Cierva marrón realizada con arcilla y resinas



Cabeza de caballo grabada en un bloque



Visita científico-divulgativa guiada

La Cueva de la Pileta, el gran santuario del Sur

José Luis Sanchidrián Torti



Una cavidad única

La cueva de la Pileta (Benaolán) es una de esas pocas cavidades únicas y espectaculares que existen en Europa. Su singularidad radica en el hecho de que sus superficies rocosas han sido utilizadas como lienzos durante milenios, literalmente, donde plasmaron obras de arte rupestre distintas sociedades durante la Prehistoria.

Fue dada a conocer al mundo científico en 1915 por un equipo de investigadores encabezado por Henri Breuil, uno de los “padres” de la Prehistoria. La cantidad y calidad de las manifestaciones figurativas de la Pileta sirvió, junto con otras cuevas cantábricas, para sistematizar y establecer el marco de referencia a nivel cronológico y formal del primer arte de la Humanidad de toda Europa, sobre todo gracias a las netas superposiciones de técnicas y estilos.

El repertorio artístico ocupa prácticamente todas las superficies parietales, incluyendo también bóvedas y espeleotemas (coladas, columnas, estalagmitas y estalactitas). Entre todas las grafías que conserva la cueva se pueden diferenciar dos grandes episodios históricos. Por un lado, las expresiones figurativas paleolíticas (de hace al menos 25.000 hasta 12.000 años antes del presente), o sea, confeccionadas por sociedades cazadoras-recolectoras; y, por otro, las post-paleolíticas realizadas hace unos 4.000 años por sociedades prehistóricas productoras de alimentos.

El arte paleolítico

Las expresiones gráficas del arte paleolítico recurren a un cromatismo muy amplio, siendo uno de los pocos sitios de Europa en el que se emplearon los tres colores básicos del arte rupestre de la época (rojo, negro y amarillo), incluso con diferentes gamas de tonalidades; asimismo, es destacable la profusa producción de figuras ejecutadas a través

de variadas técnicas de grabado. Por su parte, los motivos parietales post-paleolíticos usan sobre todo el pigmento negro, aplicado en bastantes ocasiones con un instrumento duro (quizás un carboncillo de madera), que ha dejado un surco en el soporte rocoso.

En el enorme conjunto de elementos pintados y grabados paleolíticos hay que distinguir a su vez dos bloques cronológicos. El más antiguo se encuadraría al menos entre 25.000 y 16.000 años de antigüedad, y el más reciente alrededor de hace 12.000 años.

Durante el primero se pintaron uros (toros salvajes), caballos y algunas ciervas, a los que se añadieron gran cantidad de signos a base de líneas de puntos, trazos rectos paralelos, en forma de T y circulares; el estilo de las figuras animales es muy estereotipado y simple, mostrando siluetas de perfil, desproporcionadas, sin apenas detalles anatómicos. Respecto al segundo, pintaron y grabaron los mismos temas animalísticos a los que se añadieron cabras, ciervos, peces y signos en forma de “serpientes”, dotando a las figuras a veces de un gran realismo y tamaño (pueden llegar a medir dos metros), por medio de proporciones más reales y detalles anatómicos internos y externos.

La fase reciente

Por último, la fase post-paleolítica explota el recurso gráfico del esquematismo para crear sus motivos, pudiéndose reconocer entre los temas más normalizados diseños esteliformes (en forma de soles), pectiniformes (en forma de peines), algunas probables esquematizaciones de ciervos, retículas y un innumerable conjunto de manchas informes, trazos sueltos y marañas de líneas.





Paleolítico. Gran pez.



Paleolítico. Signo circular.



Paleolítico. Uro (toro salvaje) datado en 20.000 años.



Paleolítico. Caballo.



Paleolítico. Caballo amarillo.



Paleolítico. Signos en forma de "serpientes".



Esquemático. Figuras datadas en unos 4.000 años.



Paleolítico. Cabra y signos.

El arte esquemático en la provincia de Málaga

Pedro Cantalejo Duarte



Un patrimonio poco valorado

El impresionante legado patrimonial y artístico que representa el arte rupestre paleolítico de grandes cavidades como la Pileta y Gato (Benaolán), Ardales (Ardales), Tesoro y Victoria (Rincón de la Victoria) y Nerja (Nerja), a las que hay que sumar pequeñas cavidades como Pecho Redondo (Marbella), Calamorro (Benalmádena) y Navarro (La Araña/Málaga), es bastante conocido como un importante legado social malagueño. Sin embargo, las expresiones gráficas esquemáticas que crearon las primeras poblaciones agropecuarias neolíticas, con más de cien abrigos y cavidades repartidos en 25 términos municipales, son mucho menos reconocidas por la población e incluso por las instituciones, que deben velar por su conservación. Estas manifestaciones culturales difieren del antiguo arte de los grupos de cazadores/recolectores en su temática y muchas veces en la elección del soporte, situados, mayoritariamente, en abrigos al aire libre, aunque sin olvidarnos de la utilización de este arte esquemático en recintos funerarios, tanto naturales (enterramientos en cavidades oscuras), como en las tumbas megalíticas (dólmenes y cuevas artificiales).

Tres grandes conjuntos pictóricos

En la provincia de Málaga son muy relevantes, por disponer de más de cien representaciones pintadas, los conjuntos rupestres esquemáticos de la cueva de la Pileta (Benaolán), Peñas de Cabrera (Casabermeja) y cueva de la Victoria (Rincón de la Victoria). Entre los tres suman casi quinientos motivos pintados, realizados durante el Neolítico; en cada uno de estos yacimientos se empleó un color distinto: en la Pileta el arte esquemático se realizó en negro de carboncillo; en las Peñas de Cabrera en rojo (óxido de hierro) y en la Victoria en amarillo de limonita (óxidos de hierro amarillentos). El protagonista principal de

estas pinturas es el ser humano, tanto hombres como mujeres, con figuras conocidas por los investigadores como antropomorfos. Además de estos tres grandes espacios artísticos neolíticos, prácticamente todas las comarcas malagueñas están jalonadas con este tipo de espacios pintados que circundaban las primeras tierras de cultivo y los pastos para rebaños. En la actualidad, está pendiente la realización de una prospección sistemática y la publicación de un inventario que cuantifique, realmente, la extraordinaria importancia de este tipo de yacimientos rupestres. Es necesaria la aplicación de nuevas tecnologías de análisis y estudios en estos lugares que muchas veces presiden grandes panorámicas territoriales, o puntos concretos de la naturaleza, y que fueron el modo de expresión cultural que precedió a la escritura en la conformación de la sociedad y la cultura mediterránea.

El desarrollo neolítico de Málaga durante cuatro mil años conllevó una gran transformación socio-económica, y nuevos modelos de producción que se implantaron en nuestra provincia desde hace más de siete mil años, pero este arte esquemático demuestra que, además, hubo una trascendental transformación ideológica de estas poblaciones. Consideramos, por tanto, la colección de arte esquemático malagueño, con más de dos mil motivos pintados y algunos grabados, como el reflejo de una sociedad a la que no hemos dejado de pertenecer, pese a su milenaria antigüedad.



Esquema humano en la Cueva de la Victoria





Contemplando el arte esquemático en la Cueva de la Victoria



Esquemas humanos en Peñas de Cabrera



Esquemas humanos y arboriforme en las Peñas de Cabrera



Esquemas de animales y humanos en la Pileta

Turismo subterráneo en Málaga

Raquel Morales García



Un nuevo tipo de turismo

Bajo la denominación de turismo subterráneo se conoce la actividad consistente en la visita de cualquier tipo de cavidad existente en el subsuelo que se realiza bajo condiciones controladas por el público en general.

Los primeros turistas subterráneos surgieron en Europa Central en el siglo XVIII y, en España, las visitas organizadas a algunas cuevas tuvieron lugar a lo largo del siglo XIX. Precisamente una de las cuevas malagueñas fue la pionera del turismo subterráneo en España, la denominada cueva de Doña Trinidad Grund, hoy conocida como cueva de Ardales, cuyo descubrimiento tuvo lugar en 1821 tras un terremoto que abrió el actual acceso a la sima, sellada desde hacía 3.500 años.

Una provincia rica en cuevas turísticas

Málaga es una de las pocas provincias de la España peninsular con cuatro cuevas habilitadas para su visita turística, ofreciendo un conjunto de aspectos relacionados con el patrimonio geológico y arqueológico-cultural excepcional: son las cuevas de Ardales, Nerja, Pileta y Tesoro.

La cueva de Ardales se localiza en el municipio de dicho nombre. Tiene una longitud conocida de más de 1.597 metros, distribuidos en dos niveles. El inferior, por el cual se desarrolla la visita turística, muestra una cantidad importante de grabados y pinturas paleolíticas, algunas de las cuales han sido recientemente identificadas como neandertales. Sus galerías se abren en calizas y dolomías triásicas, presentando algunas salas de gran tamaño, como la sala de las Estrellas.

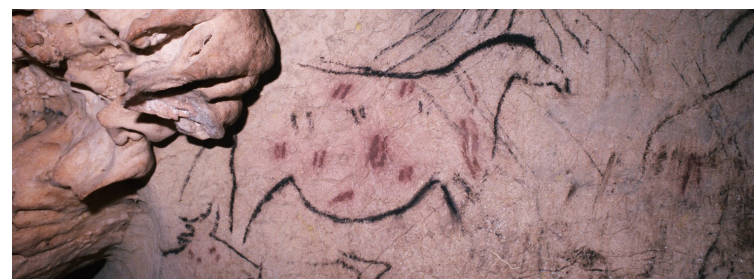
La cueva de Nerja se ubica en la localidad de Maro, en el extremo occidental de la provincia de Málaga, cerca de la línea de costa mediterránea. Fue descubierta en el año 1959 por cinco jóvenes del lugar que buscaban murciélagos y rápidamente habilitada para su visita turística. Presenta grandes salas con un importante desarrollo de espeleotemas

de todo tipo, así como un notable yacimiento arqueológico y pinturas rupestres paleolíticas y post-paleolíticas. La visitan al año entre 300.000 y 500.000 turistas subterráneos.

La cueva de la Pileta se encuentra en el municipio de Benaolán, en plena Serranía de Ronda. Tiene una longitud total superior a los 2000 metros, alternando galerías y salas, algunas de ellas con pequeños lagos. Además de su valor geológico, su mayor interés se centra en la cantidad y calidad de pinturas paleolíticas y post-paleolíticas que presenta.

La cueva del Tesoro, situada en la localidad costera de Rincón de la Victoria, presenta la singularidad de tener su origen relacionado con la interfase de agua dulce y agua salada en una etapa geológica en la que el nivel del mar era más alto que en la actualidad. Además de su interés arqueológico, posee una importante tradición de historias, leyendas y tesoros, desde tiempos romanos hasta casi la actualidad.

Además de esas cavidades habilitadas para el turismo de manera cómoda y sencilla, existen otras cuevas malagueñas que se pueden visitar sin ser expertos espeleólogos. La cueva de Belda, en la localidad de Cuevas de San Marcos, es fácilmente transitable, aunque solo puede visitarse desde principios de octubre hasta finales de febrero, debido a la presencia de una gran colonia de murciélagos. Algunas empresas de turismo activo ofrecen visitas de espeleoaventura para llevar a cabo la travesía del sistema Huididero-Gato, solo aptas para personas en excelentes condiciones físicas y con ganas de emociones fuertes.



Pintura rupestre denominada la yegua preñada en la Cueva de la Pileta





Pintura rupestre denominada la yegua preñada en la Cueva de la Pileta

España, potencia mundial de turismo subterráneo

En España existen numerosas cuevas turísticas, siendo en la actualidad una auténtica potencia mundial en el sector del turismo subterráneo, con casi cinco millones de visitantes anuales. La Asociación de Cuevas Turísticas de España (ACTE) representa a este colectivo, impulsando la divulgación y conservación del conjunto de cuevas españolas. Su decálogo puede consultarse en la dirección www.cuevasturisticas.es.



Cueva de Ardales, Mano aerografiada



Sala del Lago en la Cueva del Tesoro

Karst y Patrimonio de la Humanidad

Juan José Durán Valsero



Una buena alianza

Los paisajes kársticos y las cavidades subterráneas ocupan un lugar destacado entre los lugares declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Según el informe de la Unión Internacional de la Naturaleza del año 2008, titulado *World Heritage Caves and Karst* (Patrimonio de la Humanidad, Cuevas y Karst), existían hasta ese momento 45 cuevas y paisajes kársticos declarados por la UNESCO como parte del Patrimonio Mundial. Dado el alto valor naturalístico y cultural del conjunto de lugares kársticos y de cuevas de la provincia de Málaga, algunos enclaves han sido seleccionados o se encuentran en proceso de declaración en la actualidad bajo algunas de las denominaciones de Patrimonio de la Humanidad.

El Torcal, pionero

El 15 de julio de 2016, el sitio de los Dólmenes de Antequera fue declarado Patrimonio Mundial en la 40ª Sesión del Comité de la UNESCO celebrada en Estambul (Turquía). Está formado por tres bienes culturales (los dólmenes de Menga y de Viera y el *tholos* de El Romeral) y dos bienes naturales (la Peña de los Enamorados y el Torcal de Antequera). Ambos bienes naturales, pero en especial el Torcal de Antequera, son macizos calcáreos de naturaleza kárstica, siendo este último una de las “Ciudades de piedra” más espectaculares de Europa.

Otras iniciativas en marcha

En el año 1998 se declaró Patrimonio de la Humanidad el conjunto natural y cultural denominado como “Arte rupestre del arco mediterráneo en la Península Ibérica”, formado por 758 abrigos rocosos, cuevas, covachos y barrancos con representaciones pintadas rupestres, reparadas en 16 provincias del litoral mediterráneo español.



World Heritage Caves & Karst

A global review of karst World Heritage properties:
present situation, future prospects and management
requirements

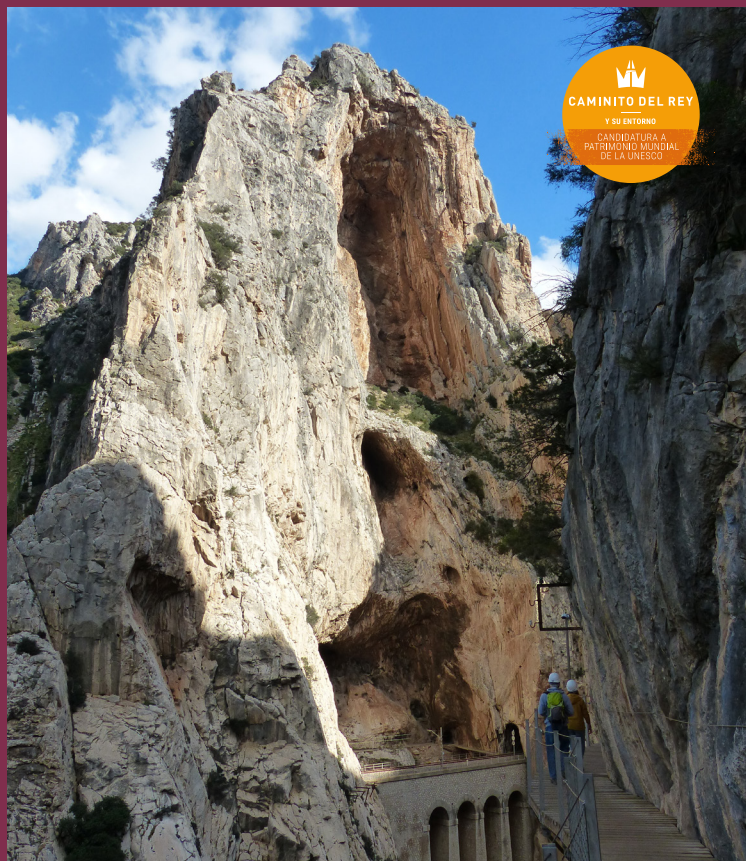


Portada del informe de la IUCN sobre karst, cuevas y Patrimonio Mundial

La comisión de Cultura del Parlamento de Andalucía aprobó el 25 de mayo del 2006, por unanimidad de todos los grupos parlamentarios, una Proposición no de Ley relativa al arte rupestre de Cádiz y Málaga, que instaba a la Junta de Andalucía a iniciar los trámites para incorporar el arte rupestre post-paleolítico de estas provincias a la lista del Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO como parte de dicho conjunto ya protegido. En la actualidad, existen otras iniciativas en marcha, más o menos desarrolladas para su incorporación a esta categoría: el denominado “Caminito del Rey y su entorno” ha iniciado su tramitación en el año 2019, al igual que la Cueva de Nerja, en el 60º aniversario de su descubrimiento, para intentar su inclusión en la lista tentativa de los lugares del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

También, en el año 2020, un proyecto de Geoparque Mundial UNESCO, denominado “Altos del Guadalhorce” ha iniciado su andadura, con el objetivo de convertirse en el primer geoparque de la provincia de Málaga, y que incluiría los municipios de Pízarra, Valle de Abdalajís, Carratraca, Álora, Casarabonela y Ardales.

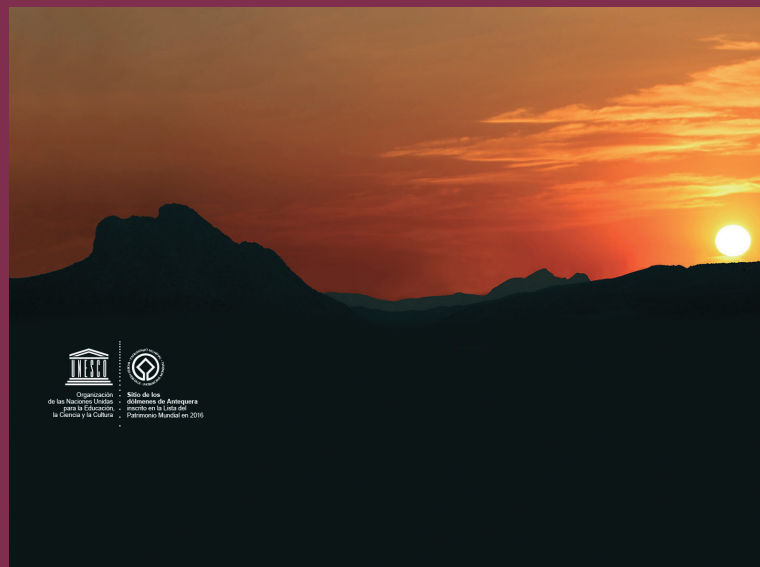




Caminito del Rey y su entorno, candidato a Patrimonio Mundial



La Cueva de Nerja, potencial candidata



Dólmenes de Antequera, Patrimonio de la Humanidad



El Torcal, Patrimonio de la Humanidad

Karst y cavernas en el arte contemporáneo

Juan José Durán Valsero



Las representaciones de las cuevas en la historia

Durante toda la Historia del Arte, la representación de las cavernas y otros fenómenos kársticos ha sido poco frecuente. A pesar de que la humanidad primigenia se relacionó íntimamente con el mundo subterráneo y plasmó en las paredes de las grutas las primeras huellas materiales del lenguaje simbólico artístico, la llegada de las diferentes civilizaciones históricas hizo desaparecer casi por completo esa relación. Bajo supersticiones y mitos compatibles con los ritos funerarios, las cavernas se convirtieron en un inframundo peligroso. Ese prejuicio, salvo casos excepcionales, se ha mantenido durante milenios, hasta prácticamente el siglo XIX.

Con los nuevos valores del Romanticismo y el desarrollo de las Ciencias Naturales, algunos artistas y científicos se atrevieron a redescubrir la Naturaleza. Comienzan a aparecer representaciones modernas de cavernas de la mano de algunos artistas románticos. Buen ejemplo de ello, en Andalucía, es el cuadro denominado *Emboscada a unos bandoleros en la Cueva del Gato* (1869), del pintor sevillano Manuel Barrón y Carrillo, donde la cueva aparece más como un pórtico imaginario que como una surgencia real.

Curiosamente, durante el siglo XX, con su proliferación de vanguardias y la aparición del arte contemporáneo, se vuelve a ignorar la riqueza plástica de la inspiración kárstica, superficial y subterránea. Esto se explica por el decaimiento de la pintura de paisaje y la representación realista naturalista, el auge de tendencias abstractas, expresionistas o conceptuales y la cultura urbana de la mayoría de los artistas contemporáneos. No obstante, en el mundo artístico andaluz actual, encontramos una notable excepción: la del pintor malagueño José Ganfornina.



Emboscada a unos bandoleros en la Cueva del Gato (1860). Manuel Barrón y Carrillo. Óleo sobre lienzo. Museo de bellas Artes de Sevilla.



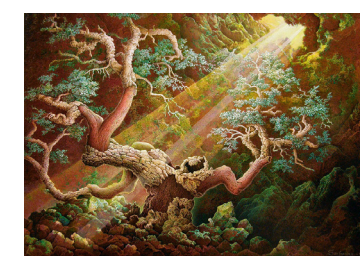
Surgencia. 1984. Temple y óleo / tabla. 81 x 60



Cueva del Gato. 1992. Acrílico y óleo / tabla. 73 x 50



Los caminos del agua. 1992. Pastel al óleo / papel imprimado



Ejercicios de vuelo. 1993. Temple y óleo / tabla. 46 x 38



José Ganfornina, un pintor diferente

Ganfornina ha compaginado su dilatada carrera artística profesional con la práctica entusiasta de la espeleología estética —como él mismo la define— y la investigación del karst de Sierra Tejeda, cercana a su residencia habitual. Sus experiencias en la Naturaleza durante más de 40 años, se han transmutado en inagotable fuente de inspiración para sus pinturas, plasmando, en clave simbólica o surreal, múltiples aspectos de las grutas, así como de los paisajes exokársticos.

Entre sus primeras pinturas de tema espeleológico destaca la denominada *Surgenia*, ambientada en la Sierra de las Nieves. Bajo el abierto arco de una caverna, se vislumbra el origen de las aguas en una estrecha grieta, vigiladas por dos personajes híbridos animales/vegetales, característicos de su primer estilo plástico.

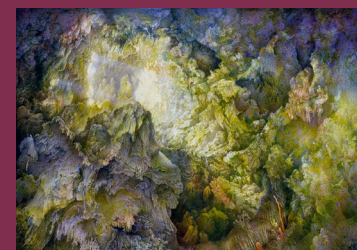
Uno de los cuadros más representativos de este estilo es *Cueva del Gato*, donde hace una representación surreal del macizo completo donde está enclavada esta cavidad, convertido en un gran felino de piedra. Están figurados las bocas de Hundidero y de Gato, conectadas entre sí por las sinuosas galerías internas por donde circula el río subterráneo Gaduares, a modo de gigantesco tubo digestivo.

Los caminos del agua compendia, en clave onírica, el ciclo de circulación del agua en un karst de montaña, desde la emergencia por las cavernosas bocas, flotando ingrávida en el aire, hasta su ascenso vertical mediante una concha cónica a modo de surtidor.

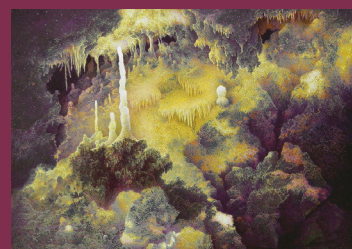
Quizás la representación más fidedigna realizada por el artista de una caverna sea la obra denominada *Sala de la Montaña*, elaborada a partir de bocetos tomados *in situ* en la grandiosa sala homónima de la Cueva de Nerja. La obra representa una panorámica amplia, jalonada por una alineación de enormes estalagmitas, columnas y otras formaciones. Ganfornina ha dedicado también atención a uno de los fenómenos más fascinantes en el contexto subterráneo: la gradación de la luz, las sombras y sus efectos estéticos. En *Geoluminiscencia*, una luz fosforescente emana de las formaciones litoquímicas, fantasía inspirada en algunas estalagmitas luminiscentes observadas en algunas cavidades. Esa luz solar que penetra por las bocas de las grutas, y se va degradando en su descenso hasta el misterio de las sombras, es el tema tratado en la imaginaria *Caverna*, donde se hace un exhaustivo análisis de las sutiles variaciones del claroscuro.



Sala de la Montaña. 1996. Temple y óleo / tabla. 85 x 59



Caverna. 2005. Acrílico y óleo / tabla. 116 x 89



Geoluminiscencia. 2006. Temple y óleo / tabla. 41 x 33



Universo confinado. 2014. Óleo / lienzo. 146 x 114

También en la obra *Ejercicios de vuelo* la luz solar que incide con sus rayos a través de una sima, se convierte en símbolo de la libertad perdida por un viejo alcornoque que agita inútilmente sus ramas, prisionero en el fondo del pozo.

En la actualidad, José Ganfornina, en plena madurez artística, continúa su labor con el proyecto *Cosmogonías*, una de cuyas obras, *Universo confinado* aborda la reciente teoría cosmológica del multiverso: nuestro Universo, cerrado y finito, está representado alegóricamente por una gran caverna primordial, conectada, a través de sus bocas, con otros hipotéticos universos.



4. CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

AUTORES DE LAS FOTOGRAFÍAS

Orden de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, teniendo como referencia en el panel la posición del pie de foto

1. Málaga, un territorio kárstico excepcional, en el centro del Año Internacional de las cuevas y del karst, 2021
M. Benítez / GES de la SEM, J. J. Durán y F. Hoyos
2. La provincia de Málaga, un mosaico de geodiversidad kárstica
Serrano y Guerra (2004), F. Carrasco y Atlas Hidrogeológico de Málaga
3. El exokarst: ciudades de piedra
P. Jiménez, S. Merino y A. Jiménez
4. El exokarst: grandes cañones fluviokársticos
J. A. Barberá, J. J. Durán, M. Ibáñez, A. Muñoz, C. Liñán y M. Mudarra
5. El exokarst: poljes, dolinas y lapiazes
B. de la Torre, D. Sánchez, M. Mudarra y M. López-Chicano
6. El exokarst: travertinos
C. Liñán
7. El endokarst: simas y Z-supercuevas
M. Benítez / GES de la SEM, V. Ferrer, R. Ferrer / GES de la SEM y J. L. Badillo / FAE
8. Sima GESM y Sima del Aire, dos Z-supercuevas
F. Aguilar / GES de la SEM, R. Ferrer / GES de la SEM, J. E. Sánchez / FAE, M. Benítez / GES de la SEM, GES de la SEM, Ferrer, J.A. Gutiérrez-Mayorga / GES de la SEM
9. El endokarst: grandes cuevas horizontales
M. Benítez / GES de la SEM y F. Aguilar / GES de la SEM, V. Ferrer
10. El sistema Huididero-Gato
F. Aguilar / GES de la SEM, GES de la SEM / Google Earth, GES de la SEM, Archivo ENDESA y F. Hoyos
11. El endokarst: las cuevas litorales
C. Liñán, P. Cantalejo y Y. del Rosal
12. Endokarst: las cuevas inundadas
R. Cano
13. Karst y cuevas en yesos
J. M. Gil y F. Hoyos
14. El endokarst: cuevas hipogénicas
Asociación Espeleológica Velezana y F. Hoyos
15. Los espeleotemas, filigranas minerales
F. Hoyos, S. Laburu / Espeleofoto, Fundación Cueva de Nerja, Asociación Espeleológica Velezana y M. Ibáñez
16. El agua kárstica, recurso imprescindible
B. Andreo, P. Jiménez y J. J. Durán
17. Manantiales de vida y salud
M. Mudarra, A. Castillo y A. L. Morales
18. Vida en la oscuridad
R. Ferrer / GES de la SEM, J. R. Boyero, F. Ríos y O. Tejedor
19. Espeleología, una aventura apasionante
M. Benítez, F. Aguilar, F. Hoyos y Archivo FAE
20. El ser humano en la Prehistoria y las cuevas malagueñas
L. Ganfornina, P. Cantalejo, G. C. Weniger, J. Ramos, S. Becerra y M. Ibáñez
21. La Cueva de Nerja, sinergia natural y cultural
M. Ibáñez y Y. del Rosal
22. La Cueva de Nerja, arte en la oscuridad
M. Ibáñez, Fundación Cueva de Nerja, J. L. Sanchidrián y A. Torres / M. D. Mesa
23. La Cueva de Ardales, una historia de superación
P. Cantalejo
24. La Cueva de Ardales: los pintores neandertales
P. Cantalejo
25. La Cueva de la Pileta, el gran santuario del Sur
J. L. Sanchidrián
26. El arte esquemático en la provincia de Málaga
P. Cantalejo
27. Turismo subterráneo en Málaga
J. L. Sanchidrián, S. Laburu / Espeleofoto, P. Cantalejo y Ayuntamiento de Rincón de la Victoria
28. Karst y Patrimonio de la Humanidad
Junta de Andalucía, J. J. Durán, A. Sanchidrián y IUCN
29. Karst y cavernas en el arte contemporáneo
Wikipedia / Creative Commons y J. Ganfornina



AUTORES Y TÍTULOS DE LAS FOTOGRAFÍAS QUE ILUSTRAN LA PORTADA

↓ *Sima del Aire*
GES de la SEM



→ *Torcalillo del Puerto del Viento*
Juan José Durán Valsero

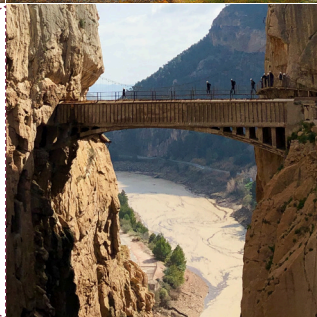
↓ *Pisciformes de la cueva de Nerja*
Fundación Cueva de Nerja

↓ *Mano aerografiada de la cueva de Ardales*
Pedro Cantalejo Duarte



↖ *Óleo de la cueva del Gato*
José Ganfornina

→ *Caminito del Rey*
Pedro Cantalejo Duarte



Citas bibliográficas recomendadas

- Del libro completo:
DURÁN VALSERO, J.J. y RUIZ POVEDANO, J.M. (Coordinadores), 2021:
Málaga, territorio kárstico: ciudades de piedra, supercuevas y neandertales pintores.
Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga, 100 pp. Ediciones del Genal, Málaga.
- De un capítulo:
DURÁN LAFORET, S.R., 2021: Málaga, un territorio kárstico excepcional, en el centro del Año Internacional de las cuevas y del karst, 2021. En: DURÁN VALSERO, J.J. y RUIZ POVEDANO, J.M. (Coordinadores), 2021: *Málaga, territorio kárstico: ciudades de piedra, supercuevas y neandertales pintores.* Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga, pp. 32-33. Ediciones del Genal, Málaga.

Con la contribución de:



Proyecto del Plan Nacional de I+D+i 2019-106435GB-I00, Caracterización de la dinámica espacio-temporal de la geomorfología e hidrogeología de los sistemas kársticos de relieve alto y sus redes de supercuevas.

ENTIDADES COLABORADORAS

Año internacional de las cuevas y el karst • IFAPA • Asociación de Cuevas Turísticas Españolas • ISCA • CSIC • Sociedad Excursionista de Málaga • Asociación Espeleológica Velezana • Espeleofoto • Federación Andaluza de Espeleología • Unión Internacional de Espeleología • Ayuntamiento de Ardales • Ayuntamiento Rincón de la Victoria • Fundación Cueva de Nerja • Universidad de Cádiz • Universidad de Córdoba • Universidad de Málaga



Quedan prohibidos, dentro de los límites establecidos en la Ley y bajo los apercibimientos legalmente previstos, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, ya sea electrónico o mecánico, el tratamiento informático, el alquiler o cualquier otra forma de cesión de la obra sin la autorización previa y por escrito de los titulares del copyright.



EXPOSICIÓN

Organizan

Academia Malagueña de Ciencias
Instituto Geológico y Minero de España
Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga

Comisario de la exposición

Juan José Durán Valsero

Coordinador de la exposición

José María Ruiz Povedano

Patrocinan

Academia Malagueña de Ciencias
Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga
Diputación Provincial de Málaga, Área de Cultura

Colaboran

Academia Malagueña de Ciencias
Instituto Geológico y Minero de España
Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga
Diputación Provincial de Málaga, Área de Cultura

Paneles y RollUp

Bely digital

LIBRO - CATÁLOGO

Edita

Sociedad Económica de Amigos del País de Málaga

Coordinan la edición

Juan José Durán Valsero
José María Ruiz Povedano

Coordina la impresión

Jesús Otaola
Ediciones del Genal (Librerías Proteo y Prometeo)

Diseño y maquetación

Nuria Ogalla Camacho

Colaborador gráfico y editorial

Sergio Raúl Durán Laforet

Impresión

Publicep

© de los textos: sus autores

© de las fotografías: sus autores

© de la edición: Sociedad Económica de Amigos
del País de Málaga

ISBN 978-84-18896-38-5 | Depósito Legal MA-1420-2021

Culturama
Diputación de Málaga

M
diputación de Málaga


ACADEMIA MALAGUEÑA
DE CIENCIAS


MÁLAGA


Instituto Geológico
y Minero de España

ediciones
del Genal



Culturama
Diputación de Málaga



ediciones
del Genal

