



# ANDALUCÍA: TURISMO CON CIENCIA

Astronomía y turismo.

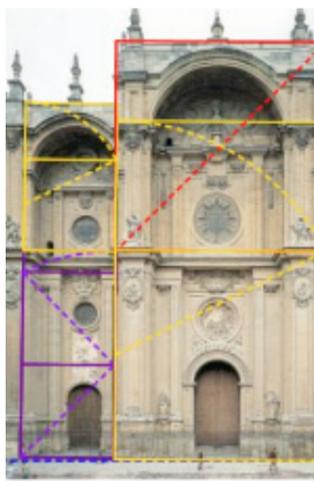
“Integramos un sistema de sensores en un dron para agilizar el análisis de las zonas vulnerables de las costas”

Sistema inmunológico, centinela de la salud

‘Clisol Agro’, un tour por la despensa de Europa

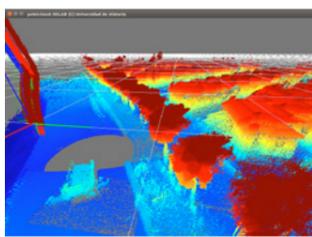
“La comunicación necesita recuperar su humanidad”

**MIRADOR**



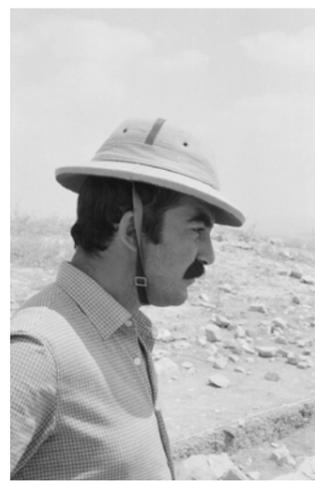
**06**  
Andalucía:  
turismo con  
ciencia

**DIÁLOGOS**



**14**  
"Integramos  
un sistema de  
sensores en un  
dron para agilizar  
el análisis de las  
zonas vulnerables  
de las costas"

**PERFILES**



**21**  
Tras las las  
huellas de los  
íberos

**LETRAS**



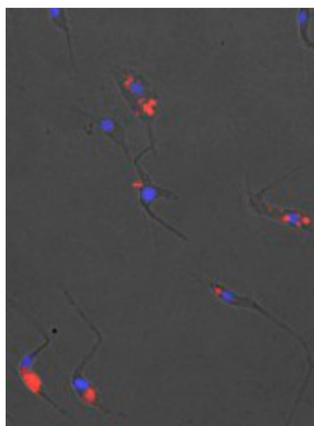
**28**  
Ciencia para la  
paz

**CONCIENCIAS**



**32**  
Una historia de  
vino y letras

**CIENCIA&COMPAÑÍA**



**42**  
Sistema  
inmunológico,  
centinela de la  
salud

**NACIENCIA**



**47**  
'Clisol Agro',  
un tour por la  
despensa de  
Europa

**SIN FRONTERAS**



**53**  
Jezabel Martínez  
Fábregas  
"La comunicación  
necesita recuperar su  
humanidad"

**FIRMA INVITADA**



**57**  
Luis Silva  
Los estudios  
científicos para la  
ordenación y gestión  
pesquera

**RESPUESTAS**



**60**  
¿Cómo se  
regeneran los  
huesos del  
cuerpo humano?



REVISTA IDESQBRE

**EDITORIAL**

La Ciencia no es, no debe ser, una ocupación, confusa y hermética, reservada a un grupo de especialistas que viven al margen de sus conciudadanos. Vista de esta manera podría considerarse una actividad indescifrable e inútil para los que no son científicos y, lo que es peor, un esfuerzo estéril cuyos resultados nada tienen que ver con los intereses reales de la sociedad, sus necesidades o aspiraciones.

Cualquier iniciativa que ayude a evitar este malentendido es valiosa, y lo es más si consigue que la Ciencia se contemple como una labor atractiva, asequible para todos los públicos, tan interesante como para convertirla en reclamo turístico. Si acercarse a lo desconocido con la mirada de la Ciencia siempre fue una aventura, ¿por qué no sacar esas hazañas a la calle? ¿Era realista una propuesta así hace pocos años? ¿Quién imaginaba entonces que el turismo científico estaría hoy presente en numerosos puntos de Andalucía?

La Ciencia se ha incorporado, con absoluta naturalidad, a un tipo de oferta turística cada vez más demandada: aquella que hace de la curiosidad (ese rasgo tan humano y tan poderoso) la materia prima con la que entretener el ocio de los que quieren conocer, un poco mejor, el mundo que les rodea.

El turismo científico, al que dedicamos nuestro Mirador en este número de iDescubre, cuenta ya con un buen número de recursos, que van desde los museos, más o menos convencionales, hasta las iniciativas, públicas y privadas, que nos acercan de manera amena pero rigurosa a la astronomía, la botánica, la arqueología o la geología. De esta manera se enriquece y diversifica el potencial turístico de la región, se genera empleo, se fomentan las vocaciones científicas y se favorece una mirada sensata y crítica a cualquiera de los elementos de la realidad con los que convivimos a diario.

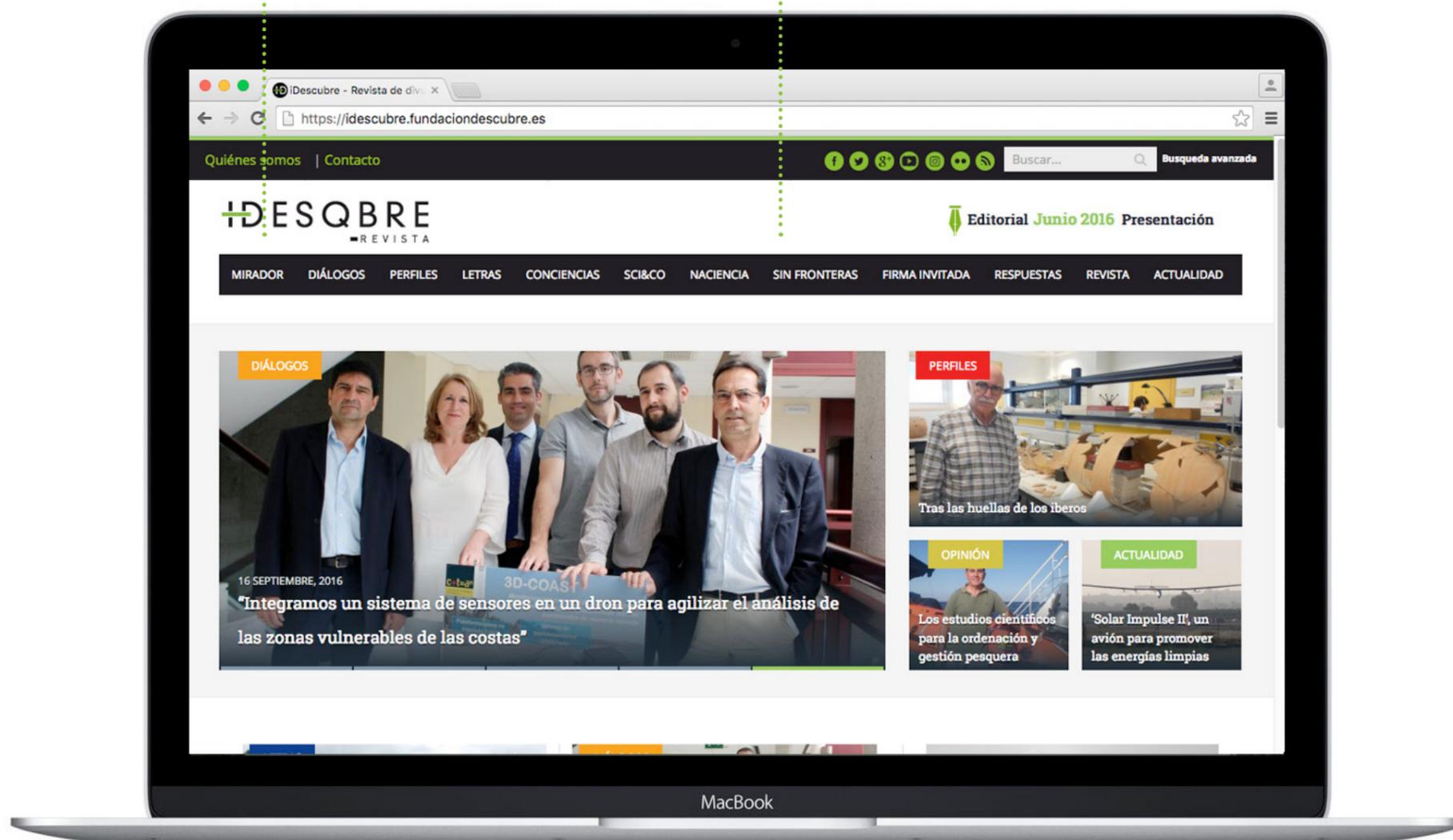


Imagen de la página web iDescubre.



REVISTA IDESQBRE

## PRESENTACIÓN

‘iDescubre’ es la revista digital dedicada a la divulgación científica andaluza de la **Fundación Descubre**, entidad privada sin ánimo de lucro que integra como patronos a los 24 principales centros de Investigación y divulgación de Andalucía. La publicación persigue acercar la ciencia a todos los públicos y compartir, de manera rigurosa pero cercana, el Conocimiento que nace del trabajo de la comunidad científica andaluza. Así, se convierte en un punto de encuentro entre los investigadores, los divulgadores y los comunicadores con la sociedad. Además se perfila como un escaparate de los avances científicos, así como de las tendencias de la ciencia materializadas en secciones que abordan temas en profundidad, junto con otros destinados a enfatizar la ciencia del día a día. Todo contado de la forma más cercana por científicos divulgadores y comunicadores especializados en ciencia para garantizar el rigor, a la vez que la comprensión de los contenidos. ‘iDescubre’ se suma a los canales informativos ya consolidados de la Fundación Descubre como su boletín semanal o su agencia de noticias. Además, abre un nuevo espacio para la reflexión y el abordaje de temas en profundidad, contados por sus protagonistas y plasmados en diversidad de formatos y géneros, como el reportaje, el perfil, la entrevista audiovisual o las conversaciones generadas en los nuevos medios sociales. La revista está avalada por el asesoramiento de más de 400 científicos, hombres y mujeres que manifiestan su compromiso con la divulgación con su participación en la Guía de Expert@s de Andalucía. Además cuenta con una dirección científica y otra editorial, un nuevo foro común para cumplir la máxima: rigor científico y cercanía ciudadana.

# ANDALUCÍA: TURISMO CON CIENCIA



El turismo científico en Andalucía, un sector en auge.

**El turismo científico despunta en Andalucía. Una región con entornos privilegiados que cuenta además con una red de instalaciones, instituciones y empresas comprometidas con la divulgación. Una experiencia única, que no depende de la estacionalidad, para los viajeros que buscan algo más.**

**Fuente: Ana Soria | Asesoría científica: Teresa Cruz, Félix Ruiz, Lola Hernández, Álvaro Martínez Sevilla, Fini Sánchez Valverde, Desiderio Vaquerizo.**

rutas arqueológicas, geológicas y botánicas son sólo algunos ejemplos de este nuevo modelo que combina la experiencia vivencial con el conocimiento científico. Una nueva fórmula de industria turística cultural en el que Andalucía está despuntando. De hecho, todas las provincias cuentan ya con una potente red de recursos e instalaciones, además de con unas condiciones geográficas y ambientales idóneas. Una fórmula que va más allá de la estacionalidad y que amplía la ya de por sí diversa oferta turística, que es motor económico estratégico de la región.

“En Andalucía, contamos con factores propicios para el turismo científico. Una extensa red de centros científicos y de divulgación que se complementa con un colectivo de investigadores y comunicadores implicados en su difusión, los entornos naturales, incluso el propio clima, animan a salir a disfrutar de actividades de ciencia”, señala Teresa Cruz, directora de la [Fundación Descubre](#), entidad dedicada a la divulgación de la ciencia y el conocimiento que está promoviendo el sector en la región.

Es ese ecosistema divulgador el que permite articular recursos dispersos, apunta. “Nuestro objetivo es establecer alianzas en distintas áreas, donde los expertos se encuentren cómodos y trabajen mano a mano. Ejemplo de ello es la Estrategia Andaluza de Divulgación de la Astronomía, interesante para crear el marco turístico dentro de ella. En paralelo, desarrollamos recursos itinerantes para que los visitantes redescubran la ciencia en sus propias localidades”, sostiene.

El mercado turístico evoluciona. Quienes invierten su tiempo de ocio en viajar buscan, cada vez más, protagonizar experiencias auténticas y personalizadas; persiguen vivencias que estimulen sus sentidos y les permitan desempeñar un rol más activo que en la tradicional escapada de sol y playa. El deseo de viajar surge de la fascinación por conocer lo que nos

rodea. Lo mismo que la ciencia. Dos mundos hasta ahora separados que juntos ofrecen un producto innovador, sostenible y de calidad: el turismo científico.

La visión de cielos estrellados como nunca antes se hayan podido contemplar, realizar inmersiones en fondos marinos únicos, visitar museos interactivos o recorrer

A las muestras de formato tradicional se suma otro recurso turístico: las exposiciones en formato virtual. Al ser inmersivas suponen la mejor carta de visita antes de acercarse a un destino y otra forma de disfrutarlo interactuando con él. “Además de generar redes y recursos para el turismo Descubre ha diseñado una oferta formativa que dé respuesta a las necesidades de los profesionales del nuevo sector turístico científico”, precisa.

**Teresa Cruz: “En Andalucía contamos con una red de centros científicos y de divulgación que se complementa con un colectivo de investigadores y comunicadores implicados en la difusión del turismo científico”.**

La directora de la Fundación Descubre adelanta que el objetivo es integrar todos estos recursos en un Foro de turismo científico andaluz, donde estén representados los agentes que aporten su granito de conocimiento y experiencia a esta especialización del turismo.

#### Actores en marcha

La riqueza de los recursos turísticos andaluces se demuestra por los agentes con una trayectoria en el sector. Ejemplo de ello son museos como el [Parque de las Ciencias](#) (Granada), el [Centro de Ciencia Principia](#) (Málaga) y la [Casa de la Ciencia](#) (Sevilla), que abarcan todas las disciplinas del conocimiento y que tienen un amplio programa de actividades de cara al verano. Talleres, visitas guiadas y experimentos de todo tipo componen esta oferta especialmente pensada para los más pequeños, pero que reserva otras opciones igualmente interesantes para los que no lo son tanto.

En los tres centros, además, la astronomía encuentra un lugar destacado a través de exposiciones, proyecciones en los planetarios y observaciones nocturnas. Una pasión por el firmamento que se complementa con actividades bajo cielos privilegiados como las que ofrece el [Observatorio Astronómico del Torcal](#) (Antequera, Málaga), ubicado en un Espacio Natural Protegido de interés geológico y astronómico, donde organiza incontables actividades y talleres el [Aula del cielo](#); o el



Félix Ruiz.

[Centro de Divulgación Astronómico de La Fresnedilla](#), en pleno corazón del Parque Natural Sierra de Cazorla, Segura y las Villas (Jaén).

De hecho, la comarca de la Sierra Sur de Jaén (junto a Sierra Morena o Sierra Nevada) ofrece enclaves excepcionales de los que disfrutar en el [Observatorio Andaluz de Astronomía](#) de Alcalá la Real o en el centro de divulgación Cosmolarium en el Castillo de Hornos, además de en el [Planetario de Úbeda](#). En realidad, en toda Andalucía, son innumerables las instalaciones y los eventos que en ellos organizan a lo largo del año las asociaciones de astrónomos aficionados, que movilizan a miles de personas.

Junto a ellos, observatorios profesionales como el de Sierra Nevada (Granada), el [Instituto de Astrofísica de Andalucía](#) (IAA-CSIC), o el de [Calar Alto](#) (Almería), o centros de investigación como el histórico [Real Observatorio de la Armada](#) (Cádiz).

Un potencial que la Fundación Descubre está decidida a poner en valor integrando y dando a conocer toda la oferta de divulgación astronómica existente en la

comunidad autónoma de la mano de las entidades de referencia en este ámbito. Así nació la Estrategia Andaluza para la Divulgación de la Astronomía (EADA), que tiene en la web '[El Séptimo Cielo](#)' su principal altavoz. Desde este portal se puede acceder a una completa agenda de actividades, noticias, exposiciones, recursos y materiales para personas interesadas.

**‘Cata la Ciencia’, iniciativa de ‘Divulgades’, es un proyecto donde llamativos experimentos sirven de hilo conductor a un tema científico y a una posterior cata de vinos y tapas.**

Dentro de este panorama destacan también iniciativas privadas como la de [Dark Sky Advisors](#), en Martos (Jaén). Una empresa de jóvenes emprendedores especializada en turismo astronómico, además de consultora especializada, que ha lanzado recientemente su propia agencia de viajes online: [Astroándalus](#).

A la promoción del astroturismo se dedica también la empresa granadina [Azimuth](#). Los doctores en astrofísica Marcos Villaverde y Víctor Manuel Muñoz, junto a Javier Sánchez, creador de la primera red de alojamientos con astroturismo, ofrecen servicios educativos atractivos y con rigor científico a público de todas las edades. Trabajan en un entorno natural privilegiado, donde se da una de las mayores concentraciones de infraestructuras astronómicas profesionales de Europa.

#### Catando la ciencia

Y es que en Andalucía se está viviendo el nacimiento de un tejido empresarial centrado en la oferta turística científica. Es el caso también de [Divulgades](#), resultado del interés por acercar la ciencia al gran público por parte del investigador de la Universidad de Cádiz, Félix Ruiz, y de la experta en comunicación Lola Hernández.

“Surgió en 2013 como una aportación a la mejora de la comprensión de la actividad científica. Tras conocer los resultados de la encuesta bianual de la [Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología](#) (FECYT), nos dimos cuenta de que la sociedad tiene una alta percepción de la ciencia y los científicos, pero manifiesta no entenderla. Así, pensamos poner nuestro granito de arena en este contexto para intentar mejorar la situación”, explica Félix Ruiz.

Él y Lola Hernández decidieron dar el salto de la divulgación al turismo científico a raíz de su participación en el curso de verano ‘Iniciación al Turismo Científico’ que la Fundación Descubre organizó el pasado año. “A partir de ahí comenzamos a planificar actividades que podrían incluirse en esta categoría”, señala el divulgador. Y, aunque en un principio se enfocaron principalmente en niños, han acabado incorporando otras para adultos.

Es el caso de ‘Cata la Ciencia’, donde llamativos experimentos sirven de hilo conductor a un tema científico y a una cata de vinos y tapas. “La idea es que todos participen aprovechando las buenas sensaciones que se generan alrededor de unos vinos. Los participantes nos han regalado estupendos comentarios que nos animan a continuar”, apunta Félix Ruiz.

En su opinión, hay un aumento del interés hacia el conocimiento y la cultura en general, aunque cree

# EL CONOCIMIENTO DEJA HUELLA

Asesoría científica: Alfonso Vargas Sánchez

“La interacción con población local debe ser activa. Son los mejores embajadores para las personas que vienen de fuera”, señala Alfonso Vargas Sánchez, catedrático del departamento de Dirección de Empresas y Marketing de la Universidad de Huelva. “Los turistas tienen inquietudes por conocer el territorio que visitan, que les deje huella. Playas bonitas hay en muchos sitios, lo que te diferencia son las experiencias que seas capaz de ofrecer. El turismo del siglo XXI viene marcado por la autenticidad: que el territorio pase por ti y no tú por él”, subraya el también miembro del grupo de investigación en Estrategias de Innovación y Desarrollo en la Empresa Turística, **GEIDETUR**.

La ciencia integrada en la oferta turística de ocio cultural es un segmento especializado innovador, que además de responder a estas nuevas necesidades vivenciales de los visitantes, mejora también las oportunidades de futuro de la región. Andalucía está trabajando en esta segmentación y diferenciando su oferta. El turismo científico aprovecha los recursos existentes

y a los profesionales formados para ofrecer un producto de consumo de calidad que contribuye a la desestacionalización de los destinos.

En relación a acabar con la estacionalidad del turismo, Alfonso Vargas Sánchez asegura que aún hay mucho camino por recorrer. “Andalucía tiene potencial y recursos más que sobrados que, si se venden adecuadamente, podrían alargar la campaña turística de manera que durase, no cuatro o cinco meses, sino todo el año”, asegura. Para ello, el experto de la Universidad de Huelva, señala la necesidad de complementar destinos más allá de los límites administrativos de cada provincia. “El turismo cultural en Sevilla durante la primavera y el otoño, puede alargarse con el de naturaleza en Huelva o Cádiz el resto del año, por ejemplo”, comenta.

Junto a la capacidad para organizarse interprovincialmente, otra de las mejoras que ve necesarias Vargas Sánchez es la necesidad de invertir la tendencia del turismo masificado. “Nos centramos demasiado en la cantidad, pero la rentabilidad viene de la mano de la calidad. Menos

turistas pero de un perfil más alto pueden generar más dinero. Además, se evitarían los impactos negativos de la masificación, como la congestión de servicios o el impacto medioambiental”, explica el catedrático. De la misma manera, señala como relevante estar a la altura de las expectativas que se ha generado en el turista, de manera que obtenga la máxima satisfacción posible. Para ello, recomienda coordinar tanto a actores públicos como privados en la tarea.

“Los destinos perderán importancia: lo que realmente se valora es lo que puedes hacer, no donde lo haces. Y ello con un marchamo de autenticidad: un turista más experimentado e informado espera y exige más. Bienvenidos a las emociones, lo que es lo mismo que decir a la humanización del turismo. En la era de la tecnología, las personas (tanto turistas como residentes) y la interacción entre ellas en las comunidades locales será clave para lograr el referido marchamo de autenticidad”, concluye el experto. En este marco, el turismo científico está llamado a ser uno de los actores principales, sobre todo en Andalucía.

que aún cuesta convencer al público para que pruebe experiencias diferentes. Así, considera que: “En la medida en que ofrezcamos mejores productos y más atractivos, aumentará el interés. Tenemos que tener claro que son productos y servicios de ocio y disfrute, por eso creo que la clave está en que las actividades transmitan sensaciones divertidas sin perder la rigurosidad científica. También en encontrar los canales para captar mejor al público que pudiese estar interesado”.

Para este verano, Divulgades tiene programada una actividad para toda la familia: ‘Conoce los tesoros de nuestra costa’. En ella visitarán la zona rocosa del litoral gaditano para, aprovechando la bajamar, identificar algas y pequeños invertebrados marinos. Además, seguirán con nuevas ediciones de ‘Cata la Ciencia’.

“Uno de los principales atractivos del turismo científico en Andalucía reside en el capital humano, en los científicos de dilatada experiencia que ponen la misma



Alfonso Vargas durante una conferencia.

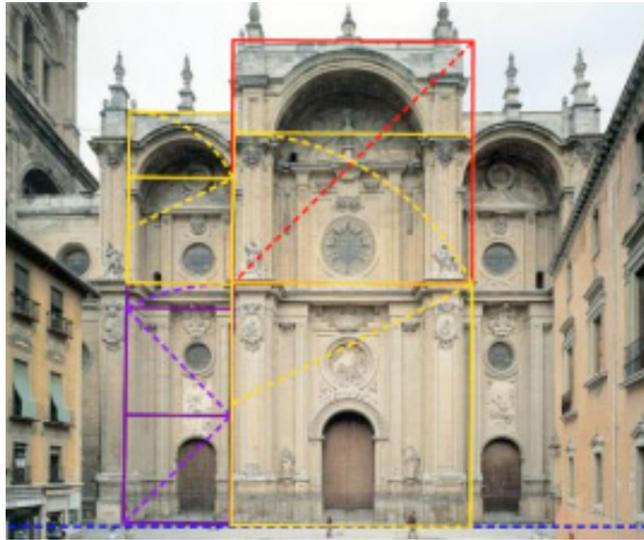
**Alfonso Vargas: “Nos centramos demasiado en la cantidad, la masificación, pero la rentabilidad, muchas veces, viene de la mano de la calidad, es decir, menos turistas pueden generar más ingresos”.**

pasión en investigar que en divulgar”, subraya Teresa Cruz. Muestra de ello es que investigadores como Félix Ruiz se esfuerzan por acercar sus conocimientos a la sociedad de la manera más atractiva posible.

## Paseos matemáticos

Es el caso también de Álvaro Martínez Sevilla, profesor del departamento de Álgebra de la Universidad de Granada. Él coordina el proyecto interdisciplinar ‘Paseos Matemáticos por Granada’, que agrupa a matemáticos, historiadores del arte y divulgadores con el objetivo de utilizar el patrimonio monumental como soporte divulgativo. Así, organizan rutas por monumentos granadinos que no se hubieran podido construir sin las matemáticas, ofreciendo un punto de vista singular de la ciudad, en el que se integran el conocimiento científico, la historia y el arte.

“La respuesta del público ha sido excelente. En cada Paseo propuesto se han cubierto con creces las plazas ofertadas y la valoración manifestada por los asistentes ha sido muy positiva”, apunta Álvaro Martínez Sevilla. En su opinión, las matemáticas, están viviendo una época de interés creciente en los últimos años: “Van a ser una de las estrellas de la divulgación científica en el futuro próximo”, sostiene el experto en álgebra. Para él, la clave está en el atractivo que supone para cualquier persona todo reto mental, más aún si es planteado de forma amena y diferente. “Es indescriptible la sensación de bienestar intelectual que pueden ofrecer las matemáticas como ventana para la comprensión del mundo”, subraya Martínez Sevilla, quien disfruta viendo como personas alejadas de las matemáticas se sorprenden al comprobar no solo que las pueden comprender, sino que además lo hacen disfrutando.



Sus principales campos de actividad son tres: turismo geológico, formación y divulgación. Una empresa de siete socios experimentados en la materia, que organiza rutas geológicas por la naturaleza, cursos de formación, talleres, actividades didácticas y un amplio abanico de propuestas.

Fini Sánchez Valverde es la gestora y cabeza visible de Geándalus. Licenciada en Geología por la UGR, montañera y excursionista, comprobó que sus explicaciones geológicas despertaban gran interés en las personas que compartían ruta con ella. “De ahí surgió mi ilusión por divulgar la Geología. El lenguaje de las rocas, la fuerza de los terremotos, las huellas de antiguos mares... tantas historias que contar y lugares que compartir”, afirma. El recuerdo de la subbética cordobesa de su infancia alimenta su pasión ahora en Sierra Nevada.

Desde Geándalus lamenta que la Geología sea una ciencia poco conocida por la sociedad, a pesar de estar tan presente en todo y de ocuparse de asuntos tan cruciales como los recursos naturales, el abastecimiento de agua y la seguridad de nuestros asentamientos. Según señala Fini Sánchez Valverde: “Andalucía nos ofrece un marco excepcional para divulgar esta ciencia, ya que presenta una gran riqueza de yacimientos minerales, afloramientos de fósiles y un patrimonio geológico inigualable. Además, los riesgos geológicos están muy presentes en su territorio, ya que constituye una de las regiones con mayor peligrosidad sísmica de la Península Ibérica y los deslizamientos de tierras e inundaciones representan una continua amenaza”.

Y de la Geología a la Botánica. La Fundación Descubre, el [Real Jardín Botánico de Córdoba](#), el [Jardín Botánico-Histórico de la Concepción](#) de Málaga y el [Museo Carmen Thyssen](#) de Málaga se unieron para crear el proyecto de divulgación científica y cultural ‘El jardín de Elena’. La iniciativa, que tiene su origen en un trabajo iniciado en 2013 por la divulgadora Elena Moreno Barroso, invita a los visitantes a recorrer el Museo Thyssen siguiendo los elementos vegetales de sus obras pictóricas y, paralelamente, a descubrir en los jardines botánicos las plantas en ellos representadas. Para quienes no puedan acercarse a estos emplazamientos o para quienes quieran repetir la experiencia desde cualquier lugar, existe una [versión virtual](#) de la ruta donde aparece toda

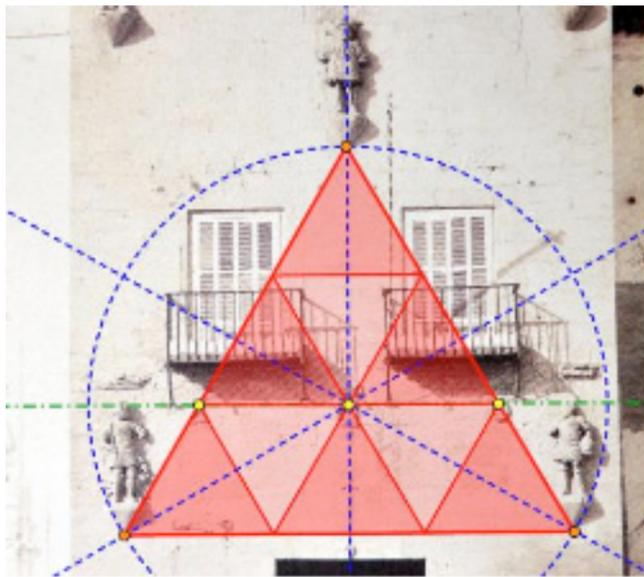
la información científica, histórica y las curiosidades sobre las especies vegetales y las obras del museo que las recogen.

### Arqueólogos por un día

Córdoba y su provincia atesoran un registro arqueológico milenario de primera magnitud que el [Grupo de Investigación Sísifo](#) (UCO) trata de acercar a la población a través del proyecto [Arqueología Somos Todos](#). Rutas por la ciudad, talleres y conferencias se vienen celebrando de forma amena y dinámica con gran éxito desde hace cinco años. Una iniciativa dirigida por el catedrático de la UCO Desiderio Vaquerizo, que

ha sido reconocida con numerosos galardones por poner en valor la herencia cultural y favorecer con ello el desarrollo de un nuevo modelo de industria patrimonial. Para conocer más en profundidad Córdoba, ofrecen desde su web un [visor cartográfico](#) con toda la información para seguir las huellas de romanos y árabes por la ciudad.

Como ocurre con Arqueología somos todos y con el resto de las iniciativas mencionadas, la sostenibilidad debe ser uno de los pilares del turismo científico. La implicación de las comunidades locales en la actividad turística permite que se genere negocio y posibilidades laborales.]



Álvaro Martínez, coordinador del proyecto ‘Paseos Matemáticos por Granada’, emplea el patrimonio monumental como soporte divulgativo.

A partir del próximo otoño, la empresa de turismo científico [Astroándalus](#) comenzará a ofertar estos ‘Paseos Matemáticos por Granada’ (como actividad singular o integrada dentro de paquetes turísticos) para grupos de un máximo de 15 personas y con tecnología visual para acompañar en la visita. La última gran cita abierta al público ha sido celebrada en ‘[La Noche Europea de los Investigadores](#)’, el pasado 30 de Septiembre.

### El lenguaje de las rocas y las plantas

También tiene su origen en la Universidad de Granada [Geándalus](#), una ‘spin off’ que cuenta con el soporte y apoyo de un grupo de profesionales de la Geología.

## EL VALOR DE LA DIVULGACIÓN

### Asesoría científica: Teresa Cruz

**El turismo científico es un sector emergente, lo que supone una oportunidad para concretarlo con el consenso de todos los agentes implicados. En este sentido, la divulgación adopta un papel destacado, que empieza a tomar forma. Según relata la directora de la Fundación, Teresa Cruz, Descubre se ha marcado una serie de retos que se atisban a corto y medio plazo se podrían resumir en: Calidad, Capacitación, Consolidación, Colaboración y Comunicación.**

**En cuanto a la primera, habría que convertir todas las posibilidades con las que cuenta Andalucía en un producto o marca de Calidad certificada. “Para ello, sería necesario primero identificar todas las iniciativas existentes, para implantar un sistema de acreditación que garantice que todas las actividades ofrecidas bajo esa identidad suponga una auténtica experiencia de turismo científico en Andalucía. En esta línea, está haciendo un especial esfuerzo tanto la administración**

**pública regional como el propio Instituto de Astrofísica de Andalucía”, detalla.**

**El segundo reto guarda relación con la formación. Pasaría por organizar una estructura de Capacitación que garantice las competencias en conocimientos, así como los recursos y habilidades de divulgación en turismo para aquellos agentes que ya desarrollan este tipo de actividades.**

**Para Cruz, una vez identificados los actores y las actividades, se trataría de abordar la Consolidación, es decir, definir productos concretos que tengan un público objetivo identificado. Es el caso del turismo geológico, con rutas urbanas y de naturaleza, visitas a jardines botánicos o excavaciones arqueológicas. Además, con una diferenciación de público, por ejemplo, pensando en las edades infantiles.**

**Precisamente, por la cantidad de actores implicados, la Colaboración constituye una**

**máxima para afianzar el sector. “Resulta fundamental el apoyo y la complicidad de las administraciones públicas nacionales, regionales y provinciales, para que faciliten el desarrollo de empresas y que apoyen su promoción”, precisa. Todo ello con la implicación de cada comunidad, para que sean los propios habitantes de una zona quienes definan sus productos turísticos relacionados con la astronomía, asociados a la singularidad de cada entorno.**

**Asimismo, la Comunicación y promoción suponen estrategias para apelar a las emociones y expectativas de un turista muy sofisticado y selectivo. Tan importante como tener los recursos es saber contarlos con las estrategias de difusión apropiadas para generar interés. En este sentido, la Fundación Descubre cuenta ya con un canal en redes sociales dedicado al turismo científico, donde las iniciativas de astronomía tienen un papel destacado.**



De izquierda a derecha: Fernando José Aguilar Torres, Teresa Cruz, Fabián Varas, José Luis Blanco Claraco, Ismael Fernández y Juan Antonio Báez.

## “INTEGRAMOS UN SISTEMA DE SENSORES EN UN DRON PARA AGILIZAR EL ANÁLISIS DE LAS ZONAS VULNERABLES DE LAS COSTAS”



### Juan Antonio Báez

Director de I+D+i de la constructora Sando. (JAB)

### Ismael Fernández

Investigador principal de la empresa Nadir (IF)

### Fernando José Aguilar Torres

Catedrático Grupo de Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial (FJAT)

### José Luis Blanco Claraco

Profesor contratado doctor, grupo de Automática, Robótica y Mecatrónica. (JLBC)

### Fabián Varas

Director técnico de Corporación Tecnológica de Andalucía. (FV)

Monitorizar la línea costera a vista de pájaro para evaluar y prever su evolución. Éste es uno de los objetivos del proyecto 3D-Coast que utiliza en esta misión una tecnología propia: un escáner láser embarcado en una plataforma elevadora. Este sistema emite luz para captar información del entorno y perfila una nube de puntos que conforman una imagen. El método aporta inmediatez en la obtención de datos, precisión y posibilidad de trabajar con condiciones adversas. Además, resulta adecuado para

evaluar fenómenos que inciden en el territorio en poco tiempo, como las tormentas. Este sistema de evaluación espacial de zonas costeras vulnerables mediante plataformas aéreas controladas de manera remota surgió de la colaboración entre la investigación y la empresa en un estudio de viabilidad que, tras sus buenos resultados, encara ya su fase de prototipo. Los expertos implicados relatan cómo se ha fraguado el proyecto en ambos lados del equipo. Del lado científico, los grupos de la Universidad de Almería Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial liderado por Fernando José Aguilar Torres y el de Automática, Robótica y Mecatrónica representado por José Luis Blanco Claraco. Del lado empresarial, el director de I+D+i de la constructora malagueña Sando, Juan Antonio Báez, y el investigador de la tecnológica Nadir, Ismael Fernández. Una alianza científico-empresarial que propicia Corporación Tecnológica de Andalucía, cuyo director técnico, Fabián Varas, desgrana las ventajas de la cultura colaborativa en este tipo de iniciativas.

Fuente: Carolina Moya.

### ¿Qué objetivos se planteó el proyecto 3D-COAST en su inicio?

**Juan Antonio Báez, (JAB).** Desde el punto de vista empresarial, nos interesaba un proyecto dedicado a zonas costeras. Por un lado, porque no existen muchos desarrollos en la línea de captura de información. Por otro, porque resulta un ámbito destacado por su importancia turística y en infraestructuras. A esto se sumó que el **Instituto Español de Oceanografía** había publicado un informe que apuntaba que el nivel del mar en el Mediterráneo había subido entre 1990 y 2005, un total de 17 centímetros en Málaga. La previsión es que ascienda un metro en este siglo. Esto afecta a una parte de infraestructuras y viviendas. Todos estos factores despiertan nuestro interés en desarrollos con los que obtener información precisa que mejoren nuestra capacidad de ofertar licitaciones y ejecutar obras.

**Fernando José Aguilar Torres, (FJAT).** Actualmente, las imágenes más valiosas de la línea de costas corresponden a 1956. No obstante, la mayoría de los procesos erosivos no ocurren de inmediato. Con este proyecto pretendíamos rellenar un hueco existente en la obtención de datos de infraestructura espacial en relación a la actualización de datos geoespaciales. En España, contamos con el **Plan Nacional de Ortofotografía Aérea** (PNOA), pero el obstáculo es que se actualiza cada cinco años. En algunos casos esto es suficiente, pero en los sistemas costeros que además de ser muy dinámicos, suman la presión del cambio climático que conlleva una subida del nivel del mar, necesitamos que la determinación no sea anual, sino semestral o trimestral.

Para aumentar la periodicidad, contemplamos dos alternativas. Por un lado, utilizar imágenes de satélite. Sin embargo, no son apropiadas en casos donde la respuesta tenga que ser muy ágil, por ejemplo, el efecto de una tormenta en una tarde. La respuesta debía llegar de algún sistema móvil tripulado para obtener información casi en tiempo real. Esto se conjuga con la tendencia actual de la utilización de los drones. Pensamos entonces en instalarle a los vehículos aéreos no tripulados una serie de sensores que permitieran obtener imágenes 3D para los entornos costeros.



Plataforma Dron.

## PRECISIÓN VERSUS LEGISLACIÓN

### ¿Qué ventajas aporta embarcar el sistema en un dron?

**(JAB).** Los vuelos convencionales necesitan condiciones climatológicas precisas y permisos de vuelo. Con este sistema podemos obtener información en el momento preciso, por ejemplo, cuando se está produciendo una tormenta, para evaluar los daños y buscar una solución rápida. En suma, una información real y precisa del escenario.

**(IF).** Otra ventaja frente a los vuelos convencionales es la disponibilidad y la precisión. Resulta poco viable que un avión salga de un aeródromo para tomar datos para un sólo kilómetro de playa. En cuanto a su precisión, proyectos previos en la provincia de Málaga, vimos que con

un avión convencional podíamos tener imágenes de 10 centímetros de tamaño de píxel. En el caso del dron tenemos imágenes inferiores al centímetro. El sistema aporta una resolución muy elevada, debido a que el dron vuela más bajo.

**(FJAT).** El escáner láser y la tecnología son relativamente baratos en comparación con otros sistemas convencionales. Sin embargo, como la captura de información no está totalmente conseguida y embarcada en un dron, aún hay tareas en las que no puede desbancar al vuelo tradicional. En realidad se trata de un problema de escala de trabajo y eficiencia operativa.

**(JAB).** Efectivamente, en cada trabajo es viable un sistema. Para hacernos

una idea, para medir hasta 1 hectárea utilizamos la topografía clásica. A partir de ahí y hasta 1.000 hectáreas es más rentable con un dron. En superficies que superen esa longitud se utiliza el avión convencional.

### ¿Con qué obstáculos se enfrenta esta tecnología?

**(IF).** El obstáculo principal al que nos enfrentamos es la legislación. En ciudades como Málaga, con un aeropuerto tan importante, la zona de exclusión aeroportuaria es amplia, con lo que resulta difícil ofrecer una cobertura total de todas las playas. Además, el proceso para pedir los permisos no es eficiente, ya que tardan bastante tiempo para cubrir fenómenos rápidos, como tormentas.

### ¿Cómo se consigue la monitorización de zonas costeras?

**Ismael Fernández, (IF).** La toma de datos topográficos directos puede acometerse mediante la vía clásica con técnicas GPS, donde se toman datos puntuales para describir el terreno. La desventaja es su elevado coste y que resulta extremadamente laborioso. Otra aproximación es la cartográfica, donde se adquieren datos por sensores transportados por aeronaves.

**Ismael Fernández: "Nuestro proyecto aporta información extra, ya que podemos estudiar nuevos parámetros de interés, como los cambios de volúmenes de arenas".**

Este caso tiene la ventaja de una captura masiva de información, pero no resulta ágil. Por eso decidimos incorporar una perspectiva tan interesante como la que proporcionan los drones. Nuestro proyecto aporta información extra, ya que podemos estudiar nuevos parámetros de interés, como los cambios de volúmenes de arenas.

### ¿Cómo funciona el sistema implementado en el proyecto?

**José Luis Blanco Claraco, (JLBC).** El sistema combina un **escáner LiDAR** y un GPS, que funcionan en varias fases. Por un lado, este sistema de posicionamiento mide distancia a los satélites y sitúa una ubicación concreta. Para ello, se incorporan modificaciones desde tierra porque la señal tiene que atravesar las capas de la atmósfera cuyas propiedades varían minuto a minuto y es necesario corregir sus parámetros para, en lugar de tener errores de metros, reducirlos a centímetros. Otra variable de análisis es la orientación de la aeronave. Se consigue mediante giróscopos, unos dispositivos sensibles a la rotación del cuerpo de la aeronave.

**Fernando José Aguilar Torres: "El dispositivo cabe en la palma de la mano y pesa menos de 400 gramos. Está pensado para montarlo en drones".**

La medición en sí se acomete con el LiDAR. Éste incorpora una serie de espejos que van rotando y emite

## CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE ANDALUCÍA, NEXO DE UNIÓN

### ¿Qué aporta Corporación Tecnológica de Andalucía en este tipo de proyectos como agente de conexión?

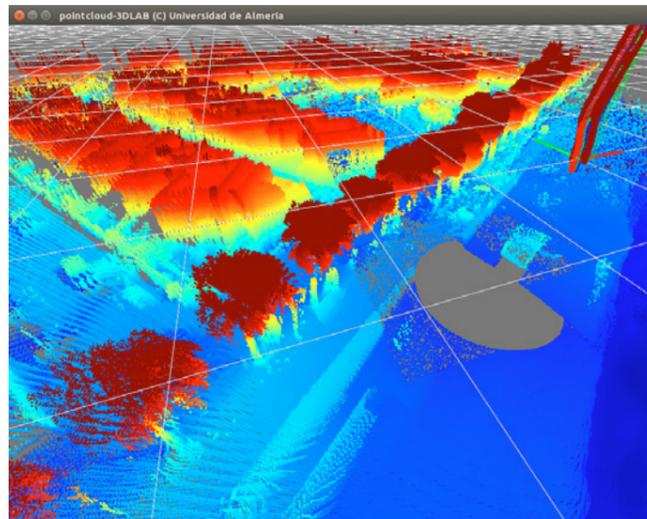
**(FV).** El objetivo de CTA es incrementar la competitividad de las empresas. Para ello resulta fundamental la ejecución de actividades de I+D+i como factor de diferenciación. Creemos que en la universidad existe un valioso conocimiento científico técnico que hay que transferir a las empresas para que lo puedan poner en valor en el mercado incrementando su competitividad. Así, ésta alcanzará una rentabilidad que permita iniciar de nuevo la cadena invirtiendo en nuevos productos/servicios.

Otra ventaja de este tipo de proyectos es el alineamiento de los intereses. Los grupos centran sus desarrollos en aquello que la empresa necesita, por lo que se produce una orientación en las líneas de investigación. En CTA, conocemos muy bien las necesidades de las empresas y también conocemos las capacidades del tejido científico técnico andaluz, apoyándonos en la red OTRI y el resto de agentes del conocimiento.

### ¿Cuántos proyectos colaborativos investigación-empresa tiene en desarrollo CTA?

**(FV).** Actualmente, contamos con 72 proyectos activos, aunque a lo largo de toda la historia de CTA hemos promovido alrededor del millar de proyectos. De ellos, hemos apoyado financiado alrededor de 600. En la mayoría, 571, colaboran grupos de investigación.

En total, los proyectos han movilizado más 450 millones de euros de inversión en i+D+i, que han recibido más de 150 millones de euros en financiación y han supuesto la colaboración con 331 grupos de investigación. Muchos de los cuales suelen repetir en varias iniciativas, lo que indica que su experiencia es satisfactoria.



16 rayos láser. El dispositivo mide el tiempo de vuelo, lo que tarda la luz en volver, en nanosegundos. De esta forma, consigues una captura masiva de información. Además, se pueden detectar múltiples rebotes del láser lo que es muy útil, por ejemplo, en un paisaje arbolado ya que permite detectar el suelo y a qué altura están las copas de los árboles. El dispositivo recibe el primer eco de las hojas y el segundo del suelo.

#### ¿Qué características tiene el sistema?

**(JAB).** Con la fotogrametría, a partir de fotografías obtienes una nube de puntos. En el caso del LiDAR, es al contrario, a partir de una nube de puntos aparece casi una fotografía. Consigues tanta cantidad de información, de puntos, que el resultado se asemeja a una imagen. De esta forma, el sistema es muy preciso.

**Jose Luis Blanco Claraco:**  
*"Estamos preparando algoritmos para que, al visionar objetos, el dispositivo se mueva y autorregule, como ocurre en robótica".*

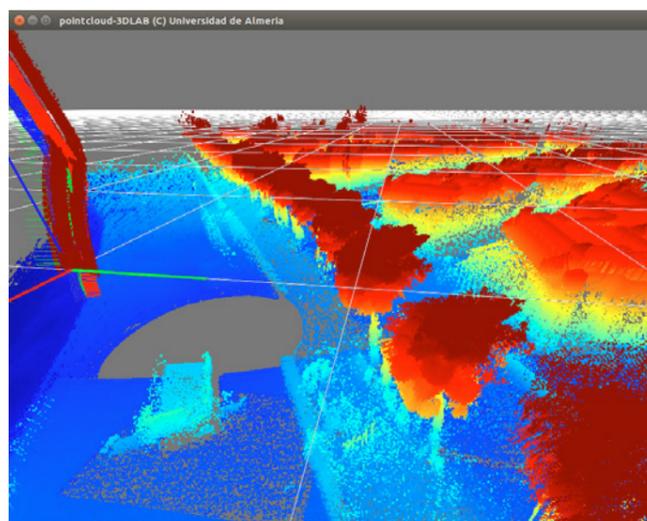
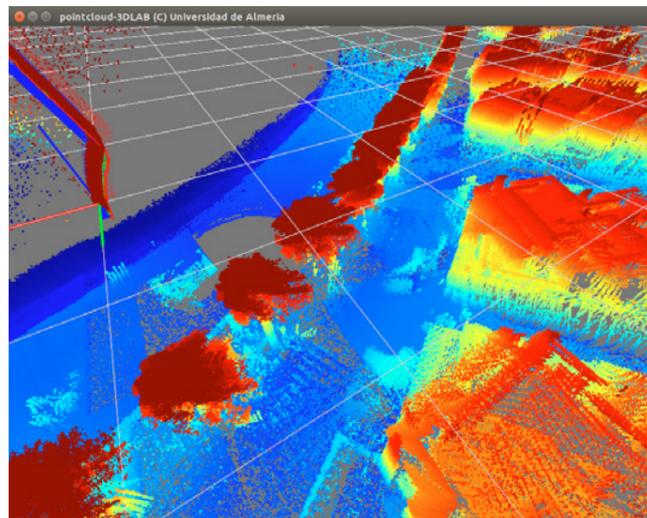
**(FJAT).** El dispositivo cabe en la palma de la mano y pesa menos de 400 gramos. Estas características están pensadas para montar el sistema en drones, ya que los LiDAR normales resultan muy pesados. Por otra parte, permite trabajar sin luz, fundamental para captar imágenes nocturnas y medir con condiciones atmosféricas adversas.

**(JLBC).** También se ahorra tiempo de procesado. Con el láser, cuando aterriza la nave, tienes ya la nube de puntos de la reconstrucción topográfica de la costa. Con otros sistemas como los de visión, se requiere dejar trabajando al ordenador durante varias horas para obtener, a partir de la imagen capturada, la reconstrucción. Por tanto, no tienes una respuesta inmediata.

#### ¿Qué novedades aporta el estudio?

**(JLBC).** La incorporación de un láser LiDAR en un dron, por sus ventajas en el peso, el coste y la energía.

**(JAB).** Existe el láser estático, el LiDAR aéreo, que se utiliza en vuelos convencionales, pero la combinación de todos esos dispositivos, hasta ahora no se había



Imágenes obtenidas con el escáner LiDAR.



Los expertos explican el proyecto.

## INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTO

#### ¿Qué aporta cada socio al proyecto?

**(JAB).** El consorcio de empresas SANDO-NADIR ha trabajado de manera colaborativa y conjunta. Arrancamos con una fase de aprendizaje y documentación. A continuación se desarrollaron dos ensayos técnicos. El primero de fotogrametría que lo acometimos las empresas y el segundo de LiDAR lo desarrolló la universidad.

**(FJAT).** En el grupo de Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial nos centramos en la obtención de cartografía 2D y 3D de alta precisión. Estábamos interesados en la tecnología LiDAR y teníamos un proyecto de Excelencia de la Junta de Andalucía para estudiar la evolución de áreas costeras. Trabajamos tanto con imágenes aéreas y satelitales como con datos LiDAR obtenidos desde avión o helicóptero, pero

necesitábamos algo más ágil para capturar datos de forma eficiente en pequeñas áreas costeras. Aquí es donde nos fijamos en la posibilidad de emplear drones.

Contamos con el grupo de automática y robótica porque son expertos en programación de software y sensores integrados. También por la similitud del sistema con el funcionamiento de un robot cuando se mueve, que utiliza sus sensores para construir un modelo del mundo.

Para las empresas fue muy interesante la mecánica de integración de dispositivos con expertos en explotación de la información.

#### ¿Qué ventajas tiene esta colaboración universidad-empresa en el proyecto?

**(JAB).** La colaboración con los agentes del conocimiento nos resulta fundamental para que podamos

llegar a tener éxito en nuestros proyectos. En la aplicación de técnicas ya contrastadas somos muy buenos en nuestro sector, pero para mejorarlo necesitamos el conocimiento generado por las universidades. Por otra parte, para el asesoramiento técnico y administrativo en I+D+i es fundamental la colaboración de Corporación Tecnológica de Andalucía.

**(CTA).** Las ayudas económicas para poder en marcha este tipo de proyectos son necesarias, ya que cuando los empiezas desconoces si vas a tener éxito.

**(FV).** La aportación más tangible de CTA es la económica, pero lo importante es el apoyo y asesoramiento para ayudar a madurar la actividad de I+D+i. La función de transferir la metodología para hacer las empresas más competitivas.

conseguido. Con este nuevo enfoque, que consigue la integración del escáner y el dron, la obtención de la información y el análisis de las zonas vulnerables se agiliza. De esta forma, por la mañana vuelas y por la mañana tienes los datos. Lo interesante del proyecto es precisamente el concepto de integración de sensores en el dron, porque aporta imágenes y nubes de datos para futuras aplicaciones.

#### ¿Cuáles serían esas aplicaciones? Más allá de la monitorización de zonas costeras...

**(JAB).** La captura de información con dron ya se está utilizando en el seguimiento de obras. El vehículo aéreo no tripulado consigue más y mejor información con menos coste y menos peligro para el personal. Además puede resultar útil en la ordenación de espacios públicos. Muestra de ello es que, a raíz de este proyecto, la dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar nos ha pedido que capturemos información de todas las playas de la provincia de Málaga. Tareas que hasta ahora se hacían con cartografía existente o vuelo convencional.

**Juan Antonio Báez: "Las empresas somos buenas en nuestro sector, pero para mejorarlo necesitamos el conocimiento generado por las universidades".**

**(IF).** Estamos muy interesados en testear el sistema para el control de vegetación porque se puede obtener un dato en la copa del árbol y otro del suelo. Otra aplicación es la inspección y medición de líneas eléctricas. El LiDAR nos aporta información sobre la posición de los cables, permite cartografiar la vegetación que surge alrededor de las líneas eléctricas y facilitar el acceso en zonas que resulten inaccesibles. Otro ámbito que estamos explorando es la de aplicación de sensores térmicos y multispectrales, que ya se están explorando en agricultura de precisión.

#### ¿Cuál es la siguiente fase de la investigación?

**(FJAT).** Esta primera fase consistía en un proyecto de viabilidad técnica del sistema. Nos hemos sorprendido de los excelentes resultados obtenidos. Pensábamos,

a priori, que íbamos a tener más problemas en los algoritmos basados en *image matching* para generar modelos de superficie fotogramétricos, ya que las playas de arena suelen presentar poca textura o detalles (elementos de referencia) para la orientación de las imágenes. No obstante, ha funcionado muy bien.

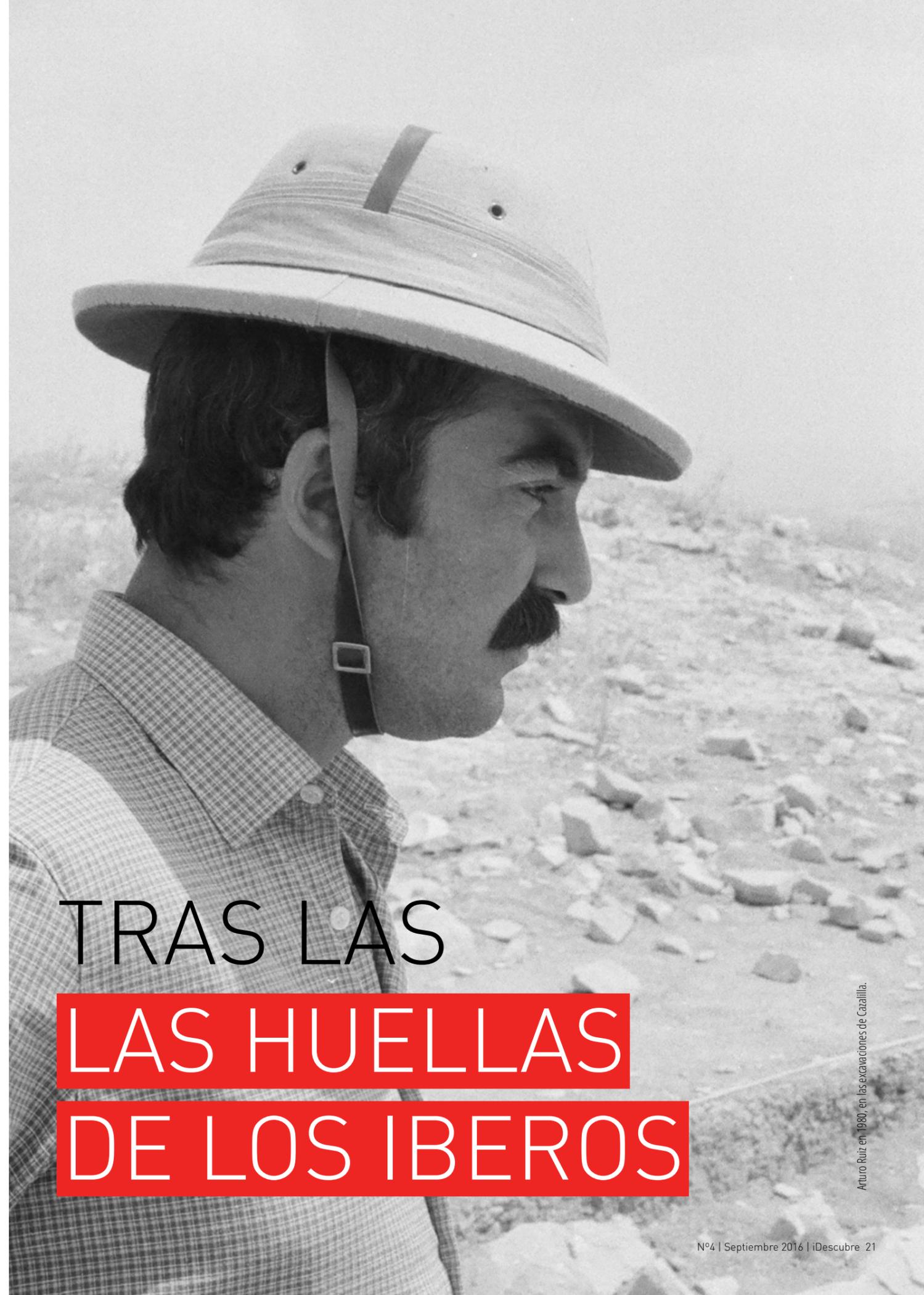
**Fabián Varas: "En CTA, conocemos muy bien las necesidades de las empresas y tenemos muy buena relación con el tejido científico técnico andaluz, así alineamos sus intereses".**

**(JAB).** Queríamos comprobar que los sensores funcionan en un entorno costero. Hemos simulado su vuelo en un dron subiéndolo a una plataforma para tomar información aérea. Ahora el siguiente paso es integrar los sensores físicamente en la aeronave no tripulada e implementar los sistemas de comunicación y control de datos.

Otro objetivo de una segunda fase es desarrollar un algoritmo que gestione toda la información tomada de las costas en distintos periodos y nos aporte una visión de su comportamiento y evolución para prever un posible escenario de zonas vulnerables.

**(JLBC).** Otro aspecto que queda pendiente es la autocalibración. El sistema tiene dos sensores: el GPS y el LiDAR. Al montarlo en un dron es muy importante que sepamos exactamente qué posición tiene uno con respecto a otro. El ser humano aprende estas tareas de orientación desde que nace, porque nuestros sentidos nos ayudan a aprender mediante ensayo y error, por ejemplo, a coger un objeto. En el dron estamos preparando algoritmos para que, al visionar objetos, se mueva y autorregule. Se trata de un proceso que está vinculado con las técnicas de robótica necesarias para que las máquinas se muevan automáticamente en un espacio físico.

Hay que tener en cuenta que el dron se transporta en una maleta, así que cada vez que se monta y desmonta puede sufrir desajustes. La idea es que, cuando arranque, se calibre solo. En un año podríamos tenerlo todo integrado en la fase prototipo obteniendo datos con precisión.



# TRAS LAS LAS HUELLAS DE LOS IBEROS

Arturo Ruiz en 1990, en las excavaciones de Cazailia.

Los iberos eran agricultores-guerreros. Residían en el 'oppidum' (ciudad fortificada) gobernado por un príncipe. Su cultura trazó las líneas maestras en la Península de la dieta mediterránea. En Andalucía se asentaron en el sudeste, principalmente en Jaén, donde existe un rico patrimonio histórico y arqueológico conocido gracias al trabajo que lleva a cabo el Instituto Universitario de Investigación en Arqueología Ibérica de la Universidad de Jaén, dirigido por el catedrático de Prehistoria Arturo Ruiz, experto mundial en esta cultura autóctona de la Península Ibérica.

**Fuente:** Luz Rodríguez | **Asesoría científica:** Arturo Ruiz, Universidad de Jaén.



Arturo Ruiz, director del Instituto Universitario de Investigación en Arqueología Ibérica y catedrático de Prehistoria de la Universidad de Jaén.

En una de las zonas más modernas de la capital jienense, el campus universitario de Las Lagunillas, se sitúa el edificio que acoge al Instituto Universitario de Investigación en Arqueología Ibérica. Al frente de este centro de investigación está el arqueólogo e historiador Arturo Ruiz, que recibe a Descubre para hacer de guía por la Historia, en un viaje hasta el siglo VI a.C. para conocer a los iberos, uno de los pueblos que contribuyeron al florecimiento de la cultura mediterránea. Puente Tablas, El Pajarillo o la Batalla de Baecula son nombres de lugares que, gracias al trabajo de Arturo Ruiz y al de un grupo de investigadores e investigadoras que trabajan

en esta institución científica, han pasado a formar parte del rico y variado patrimonio histórico andaluz.

Arturo Ruiz está ligado a la provincia de Jaén, no sólo por nacimiento (Úbeda, 1951), sino también por vocación. Ha desarrollado toda su trayectoria profesional como arqueólogo en tierras jienenses y tiene un buen motivo para ello: su tierra natal es el lugar donde se desarrolló una de las culturas más interesantes de la historia de la Península Ibérica y de Andalucía. Es uno de los expertos mundiales en la cultura ibera. Lleva más de cuatro décadas dedicado a su estudio. "Un pueblo

que fue el mejor ejemplo de hibridación de la tradición fenicia oriental y de la tradición helenística con la propia tradición autóctona", comenta con admiración.

Parte de su infancia y adolescencia la pasó en Jaén, donde la familia se trasladó a finales de los años cincuenta. Su padre, Pedro, uno de los primeros fisioterapeutas del hospital de Jaén, junto con su mujer, Gloria, decidieron mudarse a la capital para que sus dos hijos, Arturo y Antonio, pudiesen estudiar. Ambos se marcharon a Granada y ambos hicieron la carrera de Historia. Arturo volvió a Jaén, donde reside desde entonces.

"Toda mi vida he estado vinculado a Jaén salvo la etapa universitaria que estuve estudiando en Granada en lo que entonces se llamaba Filosofía y Letras. Hice una especialización en Historia en los últimos tres años -recuerda-. Allí comencé a trabajar, como estudiante, en el departamento de Prehistoria y Arqueología". En el año en el que terminó, en 1974, volvió a Jaén, provincia que cuenta con un patrimonio arqueológico importante. Era el momento de decidir el tema de su tesis. "Hay una cultura que me llamaba mucho la atención porque se supone que tenía un potencial enorme. Pero no existían, en aquellos momentos, muchos estudios al respecto. En una

conversación con mi director de tesis, Antonio Arribas, catedrático de Prehistoria de la Universidad de Granada, llegamos a la conclusión de que tenía que trabajar en el tema de lo ibérico”, rememora el arqueólogo.

Su primera excavación fue, a mediados de los setenta, en Montefrío con la Universidad de Granada. “Excavé un dolmen con la mala suerte de que ya estaba expoliado. Me sirvió para aprender la metodología y para encandilarme con la relación que existe entre la naturaleza y la arqueología”, relata haciendo memoria. Le siguió la Solana del Zamborino, situada entre Guadix y Baza, un cazadero de elefantes antes de los neardentales. Después, bajo tierra, en la cueva del Agua de Iznalloz. Tras su actividad en Granada, volvió a Jaén, donde se centró en la cultura ibera, concretamente investigando en Puente Tablas y en Castellar. “A veces trabajas en ciudades, muy presionados por las obras, pero la arqueología en la que yo nací como arqueólogo era una arqueología muy de campo, muy rural. Ese disfrute de estar excavando en medio de la naturaleza, que a veces es verde y otras desértica, es impresionante”, comenta con algo de nostalgia.

Comenzó su investigación ‘de una forma peculiar’, no yendo a excavar a un yacimiento, sino recorriendo la provincia jienense para realizar un registro de todo el poblamiento ibero. Lo hizo a través de una metodología que antes no tenía mucho desarrollo denominada prospección superficial (técnica arqueológica de campo consistente en la exploración visual de un yacimiento registrando y documentando el material conservado en la superficie del terreno). “Era, ni más ni menos, que caminar buscando y registrando restos arqueológicos. Un método barato porque sólo te costaba zapatos, coche, gasolina y andar mucho”, recuerda sonriendo el historiador. Esto le permitió abrir una línea de trabajo novedosa que consistía en investigar sobre el territorio para reconstruir el poblamiento de una cultura. “Se había hecho algo sobre los iberos a principios de siglo, pero no mucho”, añade. A mediados de los 80 consiguió crear un grupo de investigación en el Colegio Universitario vinculado por aquel entonces a la Universidad de Granada. No es hasta la creación de la Universidad de Jaén, en la década de los 90, cuando consiguió crear el grupo de investigación del Patrimonio Arqueológico de Jaén, que cuenta con arqueólogos de la época medieval, romana, ibera... “Con este grupo alcanzamos el nivel de excelencia que nos permitió dar el salto a la creación del Centro en 1998 y del Instituto después, es el punto de partida de todo”, rememora.



De arriba abajo, Pompeya, Bibracte, túmulos funerarios de Cerveteri y Selinunte.

Y es éste uno de los momentos más emocionantes de su trayectoria profesional, la puesta en marcha del instituto, primero como Centro Andaluz de Arqueología Ibérica en 1998 y a partir de 2012 como instituto de investigación universitario. “Es algo que estas esperando, un proyecto de vida, consolidar la investigación de la arqueología ibera en un espacio, en un territorio que además es Jaén”, comenta. En sus laboratorios la arqueología se renueva, se vuelve multidisciplinar. Aquí trabajan investigadores

de diferentes períodos históricos, químicos, ingenieros o biólogos con interesantes y variados proyectos: arqueología de guerra; el paleoambiente, el paisaje con los estudios de antracología (metodología que tiene por objeto de estudio el carbón de madera procedente de los yacimientos arqueológicos) y carpología (disciplina de la botánica que se dedica al estudio de las semillas y los frutos), estudios donde se aplica la química para reconstruir el uso de los recipientes, la dieta, etcétera; arqueoastronomía,

## UNA VOCACIÓN VIAJERA

**Arturo Ruiz es un apasionado de la arqueología, tanto que declara que apenas tiene tiempo libre. “Acabas apresado por tu propia profesión. Muchas veces digo: pero si yo tenía mucho más tiempo libre antes que ahora. Se te abren muchos más campos y no quieres decir que no”. La Arqueología y los viajes son fundamentales en su vida, tanto que en sus desplazamientos, sean por ocio o por trabajo, no puede faltar la visita a colegas o yacimientos de la zona. Cuando puede, le acompaña su mujer, Matilde. Tiene una amplia lista de lugares que le han marcado personal y profesionalmente.**

**“América, el desierto de Atacama me parece una zona espléndida, no sólo para la arqueología, sino también para el disfrute por su excepcionalidad. México, la zona de Guanajato. La Habana, he estado por allí para algún congreso y me sigue pareciendo una ciudad espléndida- sigue enumerando- En Asia he estado en Turkmenistán, donde hicimos un proyecto cerca de la frontera de Afganistán en unos momentos muy conflictivos cuando estaba la guerra con los rusos. Se nos cruzaban los tanques de vez en**

**cuando en las prospecciones pero no tuvimos grandes problemas”.**

**A lo largo de su trayectoria profesional ha realizado varias estancias en el extranjero. Para el investigador una de la más importante fue la que le llevó, en el año 87, a la Universidad de Perugia (Italia). Allí conoció al arqueólogo Mario Torelli, al que considera maestro y amigo, experto en los etruscos y uno de los grandes cerebros de la arqueología europea. “Torelli me marcó porque me permitió acceder a fondos bibliográficos espléndidos, entrar en debates teóricos y conocer un marco amplio de expertos en arqueología antigua”, recuerda. Sus desplazamientos a Francia son constantes ya que colabora con varias universidades galas.**

**En los años 90 pasó por Chile, Argentina y México. La comarca mexicana de Oaxaca le impresionó. “Toda la estructura del patrimonio arqueológico de México está mucho más desarrollada de lo que la gente pudiera pensar y además es un modelo para muchos países europeos que se creen que tienen muy avanzados sus estudios del**

**patrimonio y allí tienen donde aprender. Sobre todo en lo relacionado con la musealización y la valoración social del patrimonio” destaca.**

**Como arqueólogo recomienda la visita indispensable a Pompeya (Napoles, Italia): “para ver una ciudad arqueológica con las paredes levantadas. Es una cosa verdaderamente asombrosa y encuentras respuesta a muchas de las preguntas que te haces cuando estás excavando. En Francia, el templo celta de Bibracte”. Y continúa con sus recomendaciones: “los etruscos tienen algunos sitios arqueológicos espléndidos en la zona de la Toscana como los túmulos funerarios de Cerveteri. En todos encuentras elementos que te impactan”.**

**A sus 65 años no para de viajar. Como presidente europeo, actualmente, del itinerario cultural “La Ruta de los Fenicios” del Consejo de Europa en el que participan 18 países de la cuenca mediterránea, tiene que desplazarse a reuniones que le llevan a Grecia, Túnez, Italia... “Ahora con motivo de la Ruta de los Fenicios estuve en Selinunte, en Sicilia, que tiene los mejores templos griegos del mundo”, y aquí termina su recorrido.**



Ruta del proyecto 'El viaje de los Iberos' por el territorio y la historia de la cultura ibera que recorre los siete hitos principales que conserva la provincia de Jaén.

donde se estudian los ritos vinculados al Sol, los juegos de luces en los templos, la creación de sombras; técnicas como la dendrocronología para conocer cómo ha sido el clima según haya crecido el tronco de un árbol, etc.

### La emoción del hallazgo

En toda trayectoria de un arqueólogo no puede faltar ese momento en el que encuentra algo único en plena excavación. Puede ser un trozo de muralla, un recipiente, una herramienta... En el caso de Arturo fue en 1993, cuando halló una cabeza de lobo de piedra caliza esculpida por los iberos en la primera mitad del **siglo IV a. C.** y que forma parte del conjunto escultórico de *El Pajarillo* (Huelma, Jaén). "Para mí fue muy impactante, porque no era solo la escultura de la cabeza del lobo, había una cabeza de grifo y otros personajes en piedra. Cuando los vas viendo aparecer te quedas impactado".

Otras veces no es el hallazgo de una gran pieza, sino la confirmación de una hipótesis a través de un objeto pequeño, como por ejemplo las tachuelas desprendidas de las sandalias de los legionarios romanos. Gracias a este hallazgo se pudo reconstruir el movimiento de las tropas romanas en la Batalla de Baecula, donde Publio Cornelio Escipión el Africano se enfrentó a las fuerzas cartaginesas dirigidas por Asdrúbal Barca en el



Los iberos en la Península Ibérica.

año 208 a.C. "Veníamos trabajando desde hacía tiempo para comprobar si lo que decían las fuentes coincidía con los restos arqueológicos encontrados. La confirmación de que así era nos la dio una humilde tachuela. Ése se convierte en un momento también emocionante", destaca el investigador.

En definitiva, se trata de seguir una pista a partir de los datos encontrados para resolver un misterio, por eso no es extraño que el género literario favorito de este historiador apasionado de su trabajo sea la novela negra y las tramas policiales de Raymond Chandler, Andrea Camilleri o Manuel Vázquez Montalbán. |

## LOS IBEROS Y JAÉN

La cultura de los iberos ocupa cronológicamente un periodo de tiempo que va desde inicios del s. VI a.C. al cambio de era, casi dos siglos después de la conquista romana. Se extiende territorialmente desde el sur de Francia por el norte hasta la provincia de Córdoba y Málaga al sur. Es una cultura mediterránea protohistórica (período que sigue a la prehistoria y del que se poseen tradiciones escritas) que se define por grandes innovaciones técnicas (escritura, torno de alfarero, metalurgia del hierro, conocimiento astronómico, urbanismo desarrollado o arboricultura) y por ser una cultura propia de los modelos aristocráticos mediterráneos que al paso del tiempo generaron en su seno el desarrollo de la ciudadanía.

Era una sociedad gobernada por aristócratas con agricultores-guerreros que se integraban en el linaje del príncipe gobernante de la ciudad a través de la clientela, lo que les permitía residir en el 'oppidum' (ciudad fortificada) y tener acceso a la tierra y a participar en el ejército del príncipe. Como sociedad mediterránea su cultura sentó las bases en la Península de la dieta mediterránea: cereal, vino, aceite y fruta.

La comunidad que dio origen a los iberos es la población autóctona

que residía en la Península Ibérica en la Edad del Bronce. Fueron contemporáneos en Andalucía de los descendientes de los primeros fenicios, que ocuparon la costa desde Almería hasta Huelva, también de los cartagineses que a partir del s. III a.C. conquistaron el valle del Guadalquivir y de los tartesios (a partir del s. V a.C.: turdetanos), que extendieron su cultura por el Bajo Guadalquivir (provincias de Cádiz, Huelva y Sevilla fundamentalmente). Tampoco hay que olvidar a los romanos que conquistaron el territorio de los iberos a fines del s. III a.C. aunque durante dos siglos convivieron culturalmente con los iberos hasta su definitiva hibridación a partir del Imperio.

En Jaén se trabaja activamente para que todo este conocimiento cobre visibilidad. Las nuevas tecnologías juegan un papel fundamental a la hora de acercar a la sociedad la importancia del patrimonio histórico de la provincia. Investigadores del Instituto de Arqueología Ibérica de la Universidad de Jaén forman parte del proyecto europeo '3D-Icon', consorcio internacional que tiene como objetivo digitalizar los vestigios arqueológicos y arquitectónicos europeos más importantes. El Instituto está llevando a cabo las recreaciones en

tres dimensiones de los principales hitos de la cultura ibera.

Las instituciones locales, provinciales y autonómicas, junto a la universidad, están trabajando conjuntamente en el diseño de rutas e itinerarios culturales. "Una de estas rutas fue un proyecto nuestro que se llama "El viaje al tiempo de los iberos"- comenta Arturo Ruiz- "Hemos trabajado juntos en la creación de esta red, seleccionando qué sitios arqueológicos tenían posibilidades de enseñarse al público, viendo qué infraestructuras existían para poder ser visitables y en qué condiciones". Como explica el investigador todas estas intervenciones están asociadas al proyecto del museo ibero que se encuentra ya en su fase final.

Para el arqueólogo, Jaén y los iberos forman ya un binomio inseparable. "El patrimonio ibero de Jaén ha trascendido internacionalmente por dos cosas: primero, porque tiene un patrimonio excelente y en segundo lugar porque la investigación ha posibilitado un conocimiento de excelencia. Es el único lugar dentro del área ibérica donde existe un instituto universitario que se dedica a la investigación de este tema y que está abierto a todas las universidades que hay en el mundo que quieran trabajar sobre lo ibérico".

# CIENCIA PARA LA PAZ

Los últimos acontecimientos de fanatismo islamista en Estados Unidos y Europa han generado un clima internacional de desconfianza y sospecha. España y Andalucía, como territorios de paso entre el Magreb musulmán y la Europa cristiana, aparecen en el imaginario popular –incluso político– como la ‘gran ruta de los violentos islámicos’. Desde el Instituto Universitario de Investigación de la Paz y los Conflictos de la Universidad de Granada trabajamos para conseguir la estabilidad desde una perspectiva centrada en las necesidades del individuo, sus deseos, frustraciones y logros, pues es precisamente el ser humano la pieza necesaria para cimentar el ‘edificio’ de la seguridad mundial.

**Fuente:** María José Cano, Instituto de la Paz y los Conflictos

El Instituto Universitario de Investigación de la Paz y los Conflictos de la Universidad de Granada –IPAZ– es un centro dedicado al análisis de los conflictos y de la paz desde una perspectiva transversal. En él se integra cualquier disciplina científica y lo conforman diversas líneas de investigación siempre en binomio con la paz: educación y cultura de paz; ciencia, tecnología y paz; análisis de conflictos; historia de la paz; religiones, culturas y paz; género y paz; Derechos Humanos y desarrollo; arquitectura y paz; y no violencia.



María José Cano en Chauen, Marruecos.

Sus objetivos primordiales son la investigación de la paz y la divulgación de su cultura, entendiendo ésta en su sentido más amplio, no restringido a la ausencia de guerra y asumiendo el conflicto como parte inherente a la condición humana, y cuyo patrón de resolución –pacífica o violenta– marcará la pauta de comportamiento individual y social. De este modo, desde el IPAZ buscamos mecanismos que promuevan el logro de una sociedad basada en la justicia, el respeto a los derechos humanos, la cooperación y solidaridad desde una investigación de excelencia.

## Escenario actual ¿qué está pasando?

En primer lugar, la generalización del término ‘mundo árabe’ acuñada hoy día en muchos ámbitos –político, social o medios de comunicación– es errónea, pues éste es un universo complejo y variado donde cada país árabe tiene sus propias circunstancias y características –no es lo mismo Marruecos que Arabia Saudí, por ejemplo–.

Otro de los errores es identificar árabe con musulmán. Una persona árabe es alguien nacido en un país de habla árabe, independientemente de su religión o afiliación política –en concreto hay 22 países árabes en todo el mundo–. Por su parte, musulmán es un individuo que cree en la religión fundada por Mahoma. De este modo, hay bastantes países de mayoría musulmana que no son árabes –como Indonesia– y en los países árabes existen minorías que no son musulmanas –como puede ser el caso de Egipto, donde encontramos un grupo que profesa el cristianismo denominados coptos–. Asimismo, el islam no es un todo homogéneo, por el contrario, es un fenómeno complejo y heterogéneo que ha ido cambiando y adaptándose a lo largo de su historia a las más variadas circunstancias políticas, culturales y sociales. En consecuencia, no se puede hablar de la seguridad o inseguridad en relación al mundo árabe, en todo caso, ante ciertos movimientos fanáticos islámicos.

La alarma despertada por los últimos acontecimientos del terrorismo islamista radical en Estados Unidos –Orlando– y en Europa –Francia, Bélgica o más recientemente Estambul– han generado un clima de desconfianza y sospecha ante todo lo musulmán. En concreto, España y Andalucía, como míticos territorios de paso entre el Magreb musulmán y la Europa cristiana, aparecen en el imaginario popular –incluso político– como la ‘gran ruta de los terroristas islámicos’, cuando está demostrado que no es la única, ni la más frecuentada. Por ende, la seguridad de España y de Andalucía no es muy diferente

# ESPACIOS URBANOS Y CULTURA DE PAZ

**Fuente:** Luz Rodríguez

**Asesoría científica:** Francisco Vega, Juan Manuel Jiménez e Isabel León.

Cuando un barrio céntrico de una de una gran ciudad pasa de estar deteriorado e inseguro a convertirse en un lugar prestigioso, con una intensa actividad cultural y social, donde se instalan comercios de grandes marcas y sus viviendas comienzan a estar muy cotizadas se produce lo que se denomina **gentrificación**. Distritos como Lavapiés en Madrid o el 'Soho' en Nueva York son ejemplos de este fenómeno urbano. Se trata de un término procedente del vocablo inglés *gentry* -que significa alta burguesía- y es una de las manifestaciones de un término que los expertos definen como **injusticia espacial**.

"Cuando un grupo de personas, por diferentes razones, ocupa un espacio involuntariamente o no tiene acceso a los recursos, ya sean los servicios públicos o la cultura, por ejemplo, existe **injusticia espacial**", explica el arquitecto colaborador del IPAZ, Francisco Vega. Este concepto, continúa el experto, se manifiesta a través de fenómenos urbanos como la **gentrificación**, la formación de **guetos por razones culturales, de raza o de género, las comunidades indígenas, los desplazamientos forzados por renovaciones urbanas o los asentamientos de refugiados**.

Junto a ellos, apuntan los especialistas, existen otros factores que favorecen la **injusticia espacial** como las **circunvalaciones urbanas que fragmentan la ciudad**

aislando determinados barrios o las llamadas *gated communities* -comunidades cerradas-. "Se trata de urbanizaciones privadas habitadas por personas de alto poder adquisitivo que se cercan voluntariamente", sostiene Vega. En este sentido, el urbanista italiano Bernardo Secchi, en su obra póstuma, definió a éste tipo de espacios como las 'ciudades de los ricos'. "Aislarse del resto genera separación e inequidad, es decir, apropiación de una parte de la ciudad donde no permiten entrar a otros", advierte.

## De la Prehistoria a los nuevos modelos de ciudad

El historiador e investigador del Instituto Universitario de Investigación de la Paz y los Conflictos, Juan Manuel Jiménez, establece la Prehistoria como el inicio del proceso en el cual se estructura el espacio y comienzan a aparecer áreas diferenciadas, en este caso, dentro de los yacimientos. "El fuego servía para organizar el espacio no sólo físico, también social. Se trata de un elemento asociado al desarrollo de capacidades como la libertad o el entendimiento; además, era un lugar de encuentro y por ende, desde este punto de vista, vinculable a la cultura de la paz", manifiesta Jiménez.

Miles de años después, apuntan los expertos, un problema que caracteriza a las ciudades modernas es el protagonismo de los vehículos a motor, principalmente el coche. En este sentido, la arquitecta Isabel

León, defiende la utilización de la arquitectura como fórmula de cambio que permita diseñar un espacio urbano al servicio de las personas y no de los automóviles. "Algunos ejemplos son la ciudad brasileña de Curitiba en los años 70 y más recientemente Nueva York", apunta. En ellas, sostiene, existen nichos para la cultura y la convivencia gracias al desarrollo de medidas como la construcción de bibliotecas, zonas de ocio, carriles bicis o la peatonalización de calles. "Estas iniciativas requieren empuje, no hace falta presupuesto, sino reutilizar los recursos de los que se disponen para rediseñar los espacios y contar, por supuesto, con la participación de los ciudadanos", añade León.

## Exposiciones

Una parte del trabajo de los expertos del IPAZ es acercar a la sociedad estos conceptos. "Es muy importante que las personas entiendan qué es la **injusticia espacial**. A veces no somos conscientes de que eso nos está afectando y que con un poco de reivindicación se pueden cambiar las cosas", destaca Francisco Vega. Con este fin, desde el IPAZ se elaboran exposiciones relacionadas con la **arquitectura y la cultura de paz**. Una de ellas, enmarcada dentro del proyecto 'Condiciones de habitabilidad de la población desfavorecida en Andalucía', está coordinada por la experta en geografía y secretaria del Instituto, Carmen Egea. "Igual que enseña las zonas más desfavorecidas, también muestra el resto y lo mucho que hemos mejorado, en materia de habitabilidad, en las últimas décadas", explica Egea.

de la del resto de Europa. En las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, el efecto 'proximidad' sí ha favorecido la instalación de células de captación, pero la región andaluza no ha sido un territorio elegido especialmente por los islamistas radicales para estos menesteres.

Por otra parte, hablando de 'seguridad', es común entender esta palabra en relación con lo militar, algo que, por cierto, se ha mostrado ineficaz y generador de más violencia. Frente a esto, cada vez se plantea más el concepto de seguridad humana, centrado de forma específica en las necesidades del individuo, con sus deseos, frustraciones y logros, pues al fin y al cabo el ser humano es la pieza fundamental para cimentar el 'edificio' de la seguridad mundial. Un concepto más allá de la imposición por el uso de la fuerza que requiere desarrollar un esfuerzo permanente en múltiples direcciones. Posiblemente los frutos positivos sólo se vean a medio y largo plazo, y sin que los estallidos violentos desaparezcan definitivamente, pero una cosa es cierta: sólo si trabajamos en este sentido estaremos en el camino de la construcción de la paz.

## El musulmán en Andalucía y España

En relación con otros países de nuestro entorno europeo, la emigración a España y Andalucía de elementos musulmanes es muy reciente y se ha producido en circunstancias distintas, lo que permite esperar que la integración se desarrolle en grado y forma diferente. El hecho de que antes de que se alcanzara la integración o no de la primera generación musulmana española se produjeran actos terroristas islamistas de forma sistemática ha generado incertidumbre ante cómo se integrarán los emigrantes musulmanes y sus descendientes.

No obstante, y pese al calado que genera la violencia, al menos a nivel social y ciudadano la integración de los árabes y los musulmanes en España y en Andalucía puede desarrollarse sin grandes traumas. Otra cosa son los obstáculos que claramente existen en los poderes políticos y económicos.

## Origen de la violencia

En países como Francia, Gran Bretaña o Bélgica, la dejadez de las autoridades de acogida en cuestiones relacionadas con educación específica o distribución espacial, unida al 'rencor anticolonialista', la aculturación de los acogidos, entre otras problemáticas, formaron lechos de resentimiento e inadaptación que a medio

plazo se han revelado como espacios propicios para el desarrollo de la ira y la violencia más extrema.

La pervivencia en los países árabes de las causas que provocaron las llamadas 'primaveras árabes' -el malestar socioeconómico y político, la falta de libertades y de democracia, el desencanto ante las nuevas situaciones políticas- están también sin duda en el origen de las revueltas y reacciones violentas de estos últimos años, principalmente en países árabes y musulmanes -recordemos que la mayoría de los atentados no se han dado en occidente sino en países árabes y musulmanes-.

## Medidas de actuación

Sin duda alguna, la primera medida y más eficaz es la educación: en valores integrantes, de solidaridad, de un conocimiento de los 'otros' que ha de ser extensiva tanto a las hijas e hijos de emigrantes como a los jóvenes originarios del país de acogida. También abordar un programa de educación de emigrantes adultos sería de suma utilidad para la integración de ellos y de sus descendientes.

En esta medida es importante fomentar el conocimiento por parte de occidente: por un lado, de la realidad del islam y lo árabe -sobre la que existe una llamativa ignorancia en occidente-; y por otro, de la situación y las dinámicas de los países árabes, como son las transformaciones socioeconómicas, culturales y políticas que se están dando o el aumento de las tensiones sociales impulsadas a partir de las diferencias sectarias y étnicas.

Dado que la ignorancia es una de las mejores aliadas de los prejuicios, estigmatizaciones y odios y, en última instancia, de la violencia, es necesario desarrollar un programa de educación donde, partiendo del reconocimiento del conflicto que genera la nueva situación para unos y otros, se asuman la cuota de sufrimiento y responsabilidad de ambas partes con la finalidad de que a corto y medio plazo se pase de la visión 'unos y otros' al 'nosotros'.

Finalmente, es importante evitar el aislamiento físico y la formación de barrios 'guetos', donde se detecta un rechazo desde el interior hacia el exterior y viceversa. Es cierto que los grupos minoritarios tienden a agruparse como medida de autodefensa, pero es ahí donde los políticos han de idear un plan de actuación que aborde la eliminación de las situaciones que favorecen el aislamiento. |



# UNA HISTORIA DE VINO Y LETRAS

Andalucía ha sido y sigue siendo una tierra de vinos. Desde las primeras vides silvestres de las que se han encontrado restos en Mazagón (Huelva) datadas en el tercer milenio a.C., pasando por las viñas introducidas en Cádiz por los fenicios hacia el 1.100 a.C., continuando por el esplendor de su producción y comercialización en los siglos XVIII y XIX hasta la actualidad, Andalucía disfruta de una cultura del vino consolidada y reconocida internacionalmente. Bodegas, viñedos, museos especializados, rutas turísticas o fiestas tradicionales forman ya parte imprescindible del patrimonio cultural andaluz. Málaga, Condado de Huelva, Jerez-Xérès-Sherry, Manzanilla de Sanlúcar, Sierras de Málaga y Montilla-Moriles, seis Denominaciones de Origen de vinos con nombre y apellidos, con historia y de fama mundial. Los caldos andaluces han inspirados a escritores, viajeros románticos y artistas de todo el mundo.

Fuente: Luz Rodríguez | Asesoría científica: Alberto Ramos, Universidad de Cádiz.

*“Desdobló la servilleta y aspiró por la nariz. Como si volviera a ser consciente de algo que hasta entonces lo había acompañado pero que aún no había logrado identificar.*

*- ¿A qué huele, don Senén?*

*- A vino, señor Larrea- respondió el notario señalando unos toneles oscuros al fondo del comedor- A mosto, a bodega, a soleras, a botas. Jerez siempre huele así.”*

**La Templaza (María Dueñas, 2015)**

Y así es. El vino está en el aire, en la tierra, en la mesa, en la vida, en la historia y la cultura de Andalucía. Este sentimiento se convierte en la inspiración principal de *La Templaza*, tercera novela de la escritora María Dueñas. Su protagonista, el indiano Mauro Larrea, llega a Jerez a mediados del siglo XIX en unas de las épocas más floreciente de la industria vinícola gaditana. Ajeno al mundo de las vides, Larrea va introduciéndose en un universo lleno de tradición, de amor a la tierra, de negocios, de alianzas... Es una época de cambios y eclosión para los vinos del denominado *Marco de Jerez*, al noroeste de la provincia de Cádiz. Para el investigador Alberto Ramos Santana, catedrático de Historia Contemporánea en la *Universidad de Cádiz* (UCA), “es el momento donde Jerez está empezando a aumentar su prosperidad. Gran parte de la burguesía gaditana comienza a invertir al descubrir el vino como negocio. Aunque esto empezó ya en el siglo XVIII, su mayor potencial se da en el siglo XIX, sobre todo a partir de 1830-1840”. Es la época de la transformación del cultivo tradicional en agroindustria vinatera moderna.

Años en los que, por las calles de Jerez, el Puerto de Santa María o Sanlúcar de Barrameda, se pasean extranjeros, sobre todo, ingleses y franceses, atraídos por la calidad y la singularidad de los vinos de la comarca. Esto no es nuevo. Ya desde el siglo XIV, bretones, francos y anglosajones han vendido los caldos andaluces fuera de las fronteras españolas. El principal mercado consumidor de este tipo de vinos (fuertes, de color y de alta graduación), a finales en los siglos XVIII y XIX, era el Reino Unido.

El de Jerez es un vino único y especial, un vino distinto por su calidad y por su sistema de producción. Esto hace que se gane un sitio importante en el mercado europeo. Fino, manzanilla y amontillado se producen sólo en estas tierras. El fino es un vino blanco y seco elaborado a partir



Taller Cata la Ciencia organizado por 'Divulgades'.

## CIENCIA Y VINO, UN MARIDAJE QUE FUNCIONA

El maridaje es, en la actualidad, uno de los elementos recurrentes dentro del mundo del vino. Se trata de la combinación de sabores y aromas, buscando una experiencia global a la hora de degustar alimentos y bebidas. Hay miles de combinaciones y no tiene reglas para hacerlo de una manera adecuada. Hay que buscar qué vino y qué comida van bien juntos. En Cádiz han encontrado una nueva forma de maridaje, innovadora y original, que tiene a la ciencia y al vino como protagonistas.

En *“Cata a la Ciencia”*, proyecto divulgativo que trata de acercar de manera divulgativa y amena la ciencia a la sociedad, consiguen un maridaje perfecto entre aromas, disfrute y aprendizaje.

“Teniendo como excusa una cata de vino hacemos demostraciones científicas para que sirva como base para estimular a que la gente tenga más curiosidad”, explica Félix Ruiz que, junto a Lola Hernández, compone la empresa gaditana Divulgades, promotora de esta iniciativa donde se lleva a cabo el maridaje entre gastronomía y conocimiento.

Llevar elementos relacionados con el mundo del vino al ámbito científico (el envejecimiento, la oxidación o la alimentación). Ya han celebrado catas con temas como: *¿Envejeces también como los vinos? o El oxígeno, ¿es beneficioso o perjudicial?*

En Divulgades buscan puntos de encuentros entre la vida en general, el día a día, y la ciencia. Ya tienen experiencia a la hora de realizar actividades originales llevando la ciencia a la calle y a las aulas de la Bahía de Cádiz. De ahí surgió la idea de combinar la cultura del vino y su disfrute, con elementos científicos. “Desde hace un tiempo estamos trabajando en ideas que puedan juntar el turismo y la ciencia. Nos pareció que podíamos conectar ambos mundos, vino y ciencia, atraer a un público que normalmente no está interesado en temas científicos para que se sientan motivados y despertar curiosidades”, comenta el investigador.

Las actividades se diseñan y se realizan en conjunto con un sumillier o con una empresa de vino que aprovecha la cata para dar a conocer sus productos. “Cada vino viene acompañado de un experimento, vistoso, llamativo, normalmente muy visual que está relacionado con el tema del que estamos hablando. Espuma que salta o que hace ruido, cambios de color sorprendentes unidos a lo que estamos contando del tema en ese momento... Siempre intentado relacionarlo con las características del vino que se está probando”, destaca Félix Ruiz.

Con esta actividad, los participantes pueden disfrutar, durante una hora y media, de una completa y original demostración científica mientras degustan, en un ambiente distendido, una buena copa de vino.



Mosaico con torcularium, Iglesia de Lot y Prócuro, Mount Nebo, Jordania.

## EL PAPEL DEL VINO EN LA CULTURA ROMANA

Al principio, desde el inicio de su producción en el VI milenio antes de Cristo, el vino se ha considerado un producto exótico, sagrado y de prestigio destinado a las élites. Se servía en ceremonias y libaciones religiosas, en banquetes funerarios con el objeto de facilitar el contacto y comunicación con los dioses. Es en Roma donde el vino obtiene el carácter de un alimento fundamental en la dieta mediterránea. Elemento esencial y básico en todas las celebraciones, fiestas y banquetes, de carácter sagrado y lúdico. También, el vino de producción local, más barato, se fue popularizando como alimento de primera necesidad.

El uso social y ritual del vino aparece recogido en numerosas obras clásicas, y en el caso de los autores

latinos, sus obras revelan información sobre sus usos, aplicaciones, tipología. Se puede encontrar información en las sátiras de Juvenal, las epístolas de Séneca, los epigramas de Marcial, la cena de Trimalción, y en otros autores como Horacio.

Los griegos como un símbolo de cultura y civilización introducen el mezclar siempre el vino con agua. Beber el vino puro suponía la entrega de sus consumidores a la orgía y el desenfreno. Más tarde, el vino entrará por la puerta grande en todos los banquetes y fiestas de Roma, donde se valorará exageradamente la cantidad y calidad del vino que se servía, convirtiéndose en una señal de distinción y en un elemento lúdico por excelencia.

El consumo del vino era abordado en parte de manera social-ritual y establecía un canal de comunicación ritual entre los dioses y los hombres. Tras el banquete se consumía en el convivium, en el cual, la ingesta de vino se abordaba como un consumo social de convivencia y hermanamiento que demostraban los romanos en esta ceremonia. Los comensales se ponían en la cabeza coronas de flores, de hiedra, de laurel. Se nombraba un *rex convivium* que regulaba las libaciones con vino en honor a los dioses, a la patria y al emperador, y se brindaba a la salud de algún invitado, de los ausentes, amigos y de la amada, con tantas copas como letras tenía el nombre de ésta.



El historiador sevillano Manuel León.

de uva palomino. Al igual que la manzanilla, el fino es el resultado de un proceso de crianza biológica, en botas de roble, en el que es envejecido bajo la capa de levaduras que conforman lo que se denomina *velo de flor*.

*“Dentro del roble se realiza el milagro de lo que aquí llamamos la flor (...) Gracias a ella se consiguen los requisitos de las cinco efes que siempre se ha considerado que deben cumplir los buenos vinos: fortia, formosa, fragantia, frígida et frisca. Fuertes, hermosos, fragantes, frescos y añejos” (La Templaza).*

La crianza se lleva a cabo mediante el tradicional sistema de criaderas y soleras. Como explica el historiador y humanista gaditano Javier Maldonado Rosso, en la completa guía ‘Las Rutas del Vino en Andalucía’, “se trata de un método de crianza en el que vinos de un mismo tipo pero de distintas añadas se combinan entre sí en un proceso constante y temporalmente indefinido por medio del cual los vinos más viejos aceleran el envejecimiento de los nuevos. Es un sistema más dinámico distinto al

estático del envejecimiento por añadas”. “No hay ningún vino que se pueda comparar con un Montilla o con un

**“Cada vez hay más personas interesadas en el vino, gente joven que trae nuevas técnicas que están ayudando a mejorar el sector”**

Jerez porque ese tipo de crianza es única -explica el profesor Alberto Ramos- Andalucía produce muchos tipos de vino, ricos y de calidad. Lo que diferencia, lo que llama la atención en este caso es el sistema de criaderas y soleras que sólo se da en esta zona”.

### El clima, la tierra y la tradición

*“Las viñas necesitan la bendición de los vientos, la alternancia de los aires marinos del poniente y los secos del levante. Cuidarlas es un arte complicado” (La Templaza).*



Botellas Baetica.

El clima en Andalucía es uno de los factores que intervienen directamente en el cultivo de las vides. En Cádiz, el levante eleva unos grados la temperatura y reduce la humedad. La influencia de la brisa del Mediterráneo suaviza los rigores de la altitud de los viñedos en Sierra Nevada. Los veranos cálidos, largos y secos e inviernos cortos de la campiña cordobesa son un elemento más de la singularidad de sus vinos. Inviernos suaves y veranos calurosos acompañan a los sevillanos vinos aljarafeños. En la costa malagueña el clima es mediterráneo y continental con fuertes heladas conforme los viñedos se van adentrando en el interior. La influencia de los aires atlánticos ayuda al desarrollo de las vides en la comarca onubense.

La tierra, otro ingrediente a tener en cuenta. Como indica el investigador Maldonado Rosso: "La vid se desarrolla mejor en terrenos calizos pero también en los arcillosos -sobre todo en los de texturas pizarrosas- y en los silíceos". Las plantas requieren suelos permeables al aire y al agua de lluvia y con capacidad de retención acuosa para que las raíces se nutran a lo largo de su proceso vegetativo, sobre todo en época más secas.

Y la tradición. "Como se decía antiguamente, 'La savia nueva renueva' -comenta el profesor Alberto Ramos-. "Algunas veces, hay que ayudar a la tradición a avanzar. Es importante conservar la tradición pero también es positivo que entre gente nueva, capital nuevo. Cada vez hay más personas interesadas en el vino, gente joven que traen nuevas técnicas que están ayudando a mejorar el sector".

**El clima en Andalucía es uno de los factores que intervienen directamente y de forma favorable en el cultivo de las vides.**

¿Qué se va encontrar el visitante, hoy en día, del Jerez que conoció el indiano Mauro Larrea? Alberto Ramos enumera lo que queda del espíritu de aquellos años: "Queda el ambiente del consumo, de la taberna, del bodegón... Se va a encontrar la imagen de la ciudad con las bodegas, con los palacios que van comprando los bodegueros. Ese ambiente burgués que roza la aristocracia menor y que todavía pervive en la ciudad". Y añade: "Hay un elemento que puede parecer sorprendente y es el hecho de que haya grandes multinacionales que están interviniendo ahora en las bodegas jerezanas. Esto es un poco parecido a lo que se vivió en la época de la novela de María Dueñas".

## VINOS ROMANOS EN LA HÍSPALIS DEL SIGLO XXI. UN VIAJE A LA BÉTICA ROMANA A TRAVÉS DEL VINO

Hace cuatro años un equipo multidisciplinar formado por arqueólogos y enólogos inició en Sevilla un proyecto innovador destinado a la investigación, recuperación y reconstrucción física de alimentos de época romana, concretamente vinos y lácteos. Tras un arduo y exhaustivo trabajo de documentación han conseguido recrear y reproducir vinos *artificia*, *condita* y *mulsum* que se comercializan con el nombre de Baetica a cargo de la empresa de eventos culturales Dinamo Cultural S.L. Uno de los artífices de este viaje apasionante a los aromas y sabores de la Bética romana es el arqueólogo sevillano Manuel León, especializado en agroalimentación, concretamente en vitivinicultura en climas cálidos por la Universidad de Cádiz (UCA) y la Universidad de Córdoba. A su faceta de arqueólogo, empresario y docente (en el Máster de Arqueología Profesional de la Universidad de Sevilla y Granada), se suma la de investigador en el Departamento de Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la UCA sobre recuperación y reconstrucción física de alimentos de época romana. Es autor de numerosas ponencias y publicaciones sobre este ámbito.

La idea de recuperar los vinos que se hacían en la Bética surgió en Santiponce (Sevilla) al finalizar un proyecto de reproducción física de una *domus* romana anexa al teatro romano de Itálica. Manuel León y sus compañeros comenzaron a trabajar en herramientas sensoriales de interpretación del patrimonio arqueológico. "Empezamos a

experimentar con gastronomía romana y a desarrollar un concepto con el que se estaba trabajando ya en el norte de la península, la arqueogastronomía, consistente en la reproducción de gastronomía romana y que nuestro equipo de trabajo ha aplicado al sector de la enología y los lácteos, entre otros alimentos", explica el arqueólogo sevillano. Y continua, "buscamos una bodega que se quisiera embarcar con nosotros en el proceso de reconstrucción física de un producto vitivinícola de época romana. Encontramos en Bodegas Medina Hermoso (Badajoz) al socio colaborador idóneo y pudimos embarcarnos conjuntamente en este proyecto tan apasionante e innovador".

Para el investigador los vinos Baetica tienen como objetivo ser una experiencia cultural única que refuerce el atractivo y conocimiento de las sociedades del pasado, con el fin de que se fomente la visita y el acercamiento de los recursos patrimoniales y turísticos de la civilización romana.

Una experiencia gastronómica que se completa con el desarrollo, en Alcalá de los Gazules, de un queso inyectado y macerado con vino *mulsum* denominado *Libvm*, siguiendo los tratados de conservación de queso en vino del romano Lucius Junius Moderatus Columela (Gades, Bética 4. d. C. - Tarento 70, d. C.).

### Producción y recuperación

"El proceso de producción es artesanal contando con ingredientes de origen natural, lo que garantiza un

proceso ajustado, por un lado al rigor histórico, y por otro, a los actuales requisitos sanitarios contemplados en la legislación vigente. En este sentido, garantizamos que el producto posee un alto porcentaje de similitud al producido en época romana, sobre todo en cuanto a sabor y aroma", declara este experto en gastronomía antigua.

El centro de producción de Baetica Vinos se encuentra en las Bodegas Medina Hermoso, en Medina de las Torres (Badajoz). "Para nosotros era importante situar el centro de producción dentro del marco geográfico de la Bética Romana, y en una comarca con actividad vitivinícola en época romana", comenta León. Para conocer cómo era el cultivo y la producción de los vinos romanos se han basado en los textos de Columela, aunque han consultado a otros autores latinos de la época como Plinio, Varrón, Paladio o Apicius.

A nivel organoléptico, los vinos romanos se caracterizan por ser densos, afrutados, abocados y muchos de ellos dulzones, Eran fermentados con mosto reducido y/o miel y macerados con especias e ingredientes aromáticos para potenciar su sabor y aroma y que actuaban como estabilizadores y conservantes. El proceso de investigación y reconstrucción física llevado a cabo por el equipo de Manuel León abarca al *mulsum*, hasta los vinos *condita* y *artifici*.

La *vina condita* eran vinos cocidos edulcorados con miel y aromatizados con especias, flores o frutos secos con el fin de garantizar su conservación y una durabilidad de consumo óptimo.



>>>

Además se aprovechaban los beneficios para la salud que tenían algunos de estos ingredientes. Se maceraban y/o fermentaban con pétalos de flores (rosa, violeta, nardo...); plantas aromáticas como el lentisco, el junco, el lirio (sobre todo en raíz), el mirto, el hinojo, la ajedrea, azafrán; o especias como la pimienta, canela...; frutas como peras, granadas, membrillos, dátiles, moras, nísperos...; resinas y miel.

La *vina ficticia* se obtenía mediante la maceración de productos de origen vegetal como plantas, frutas, resina, especias e infusiones con mosto o con vino. Su uso, al igual que los vinos *condita*, también se extendía al mundo de la medicina.

El *mulsum* es el más afamado de los vinos siendo su consumo mayoritario en la *gustatio* y en los postres. En Baetica han reproducido un *mulsum*, fermentado con miel. "Es uno de los vinos con más renombre del Imperio, de los afamados vinos de rosas y violetas, especiados y macerados con pétalos naturales de ambas especies florales. Un vino especiado de canela, que en la época era de uso medicinal, al que se le otorgaban potentes propiedades curativas. Todos ellos tintos elaborados con uva *cabernet - sauvignon*", comenta el investigador sevillano. "Actualmente, estamos produciendo un vino blanco que lleva un procedimiento de elaboración distinto, basado en los tratados de Paladio. Creemos que va a ser una interesante aportación dentro del panorama vitivinícola actual. Estamos investigado y ensayando con este nuevo vino, en el laboratorio, con excelentes resultados", añade.

Probar por primera vez el resultado de tanto trabajo e investigación fue, para Manuel

León, "emocionante y excitante". Y rememora entusiasmado, "los textos de los tratadistas clásicos, las descripciones de los banquetes, las pruebas organolépticas y de maridaje y la documentación histórico - arqueológica se descodificaban ante nosotros a medida que los ensayos en el laboratorio iban siendo satisfactorios y se aproximaban a nuestras premisas de partida. Las sensaciones en nariz y en boca eran indescriptibles, y en maridaje eran aún más sorprendentes, acorde con la gastronomía de la época".

Como destaca José Manuel Caballero Bonald, en las líneas dedicadas a la Antigua Roma y a la relación de los romanos con esta bebida, en ese recorrido histórico (a modo de ensayo) por la cultura vinícola que es su obra *Breviario del vino*: "Dionysos -convertido ya en un Baco (...)- continúa funcionando con idéntico influjo en la sociedad y congregando la misma muchedumbre de fervientes adeptos". Un influjo, el del vino, que perdura en la actualidad.

#### PARA SABER MÁS...

##### El papel del vino en la cultura romana

Al principio, desde el inicio de su producción en el VI milenio antes de Cristo, el vino se ha considerado un producto exótico, sagrado y de prestigio destinado a las élites. Se servía en ceremonias y libaciones religiosas, en banquetes funerarios con el objeto de facilitar el contacto y comunicación con los dioses. Es en Roma donde el vino obtiene el carácter de un alimento fundamental en la dieta mediterránea. Elemento esencial y básico en todas las celebraciones, fiestas y banquetes, de carácter sagrado y lúdico. También,

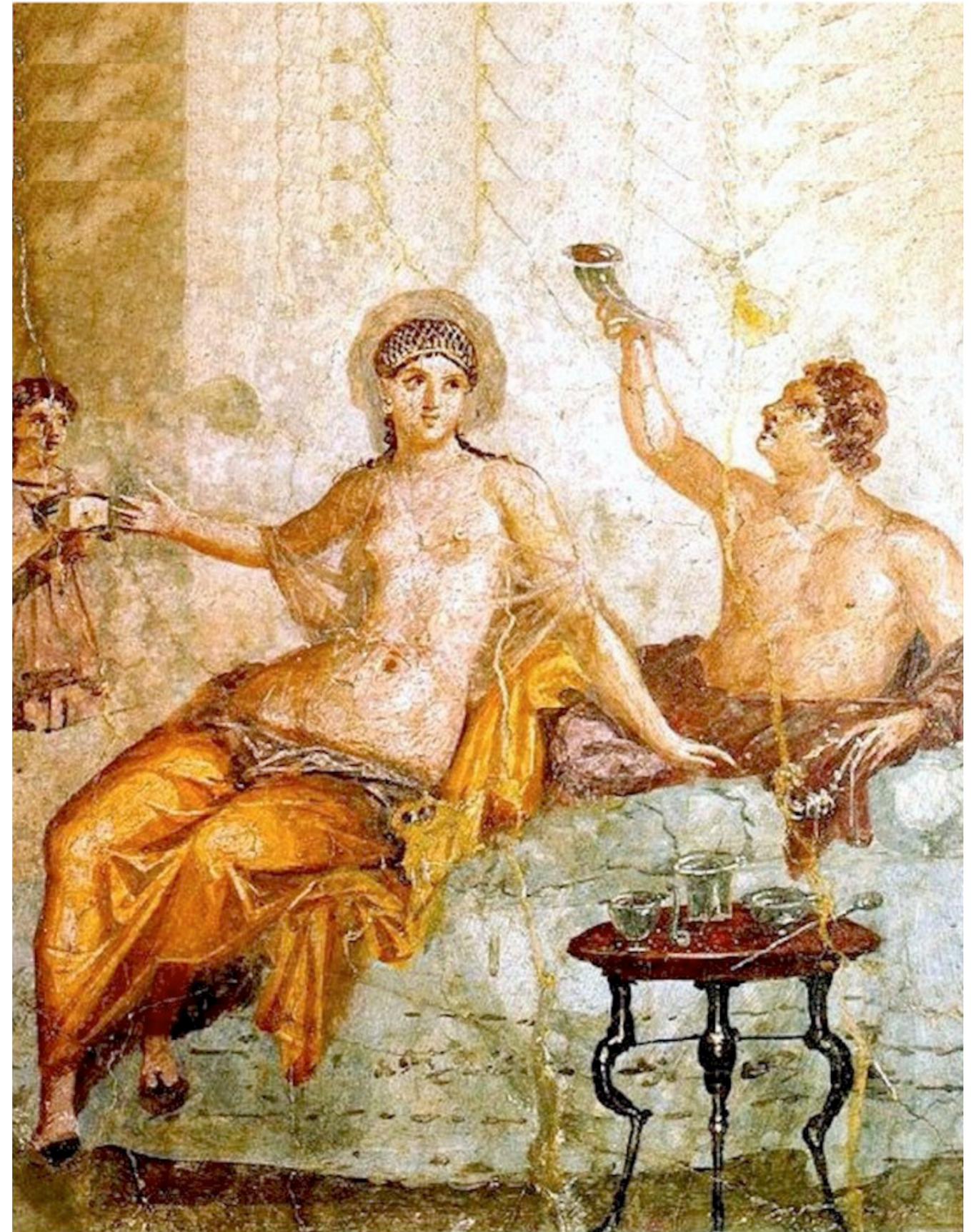
el vino de producción local, más barato, se fue popularizando como alimento de primera necesidad.

El uso social y ritual del vino aparece recogido en numerosas obras clásicas, y en el caso de los autores latinos, sus obras revelan información sobre sus usos, aplicaciones, tipología. Se puede encontrar información en las sátiras de Juvenal, las epístolas de Séneca, los epigramas de Marcial, la cena de Trimalción, y en otros autores como Horacio.

Los griegos como un símbolo de cultura y civilización introducen el mezclar siempre el vino con agua. Beber el vino puro suponía la entrega de sus consumidores a la orgía y el desenfreno. Más tarde, el vino entrará por la puerta grande en todos los banquetes y fiestas de Roma, donde se valorará exageradamente la cantidad y calidad del vino que se servía, convirtiéndose en una señal de distinción y en un elemento lúdico por excelencia.

El consumo del vino era abordado en parte de manera social-ritual y establecía un canal de comunicación ritual entre los dioses y los hombres. Tras el banquete se consumía en el *convivium*, en el cual, la ingesta de vino se abordaba como un consumo social de convivencia y hermanamiento que demostraban los romanos en esta ceremonia. Los comensales se ponían en la cabeza coronas de flores, de hiedra, de laurel. Se nombraba un *rex convivium* que regulaba las libaciones con vino en honor a los dioses, a la patria y al emperador, y se brindaba a la salud de algún invitado, de los ausentes, amigos y de la amada, con tantas copas como letras tenía el nombre de ésta.

(Información facilitada por el historiador Manuel León)



Fresco en Triclinium de la Casa Vetii en Pompeya.

# SISTEMA INMUNOLÓGICO, CENTINELA DE LA SALUD

El cuerpo humano es el escenario donde se libra una batalla diaria, cotidiana, que enfrenta al organismo con las hordas de virus, bacterias, hongos y agentes infecciosos que lo rodean. Pero nada está perdido. Todo es cuestión de ciencia: existe un potente complejo defensivo, formado por células, proteínas y tejidos, que permanece vigilante y dispuesto a entrar en acción. La bióloga Elena González Rey, del Instituto de Parasitología y Biomedicina 'López Neyra' de Granada, cuenta cómo funciona este ejército biológico.

**Fuente:** María José Llobregat | **Asesoría científica:** Elena González Rey, Instituto de Parasitología y Biomedicina 'López Neyra'

Sistemas de defensa los hay en todos los ámbitos. En el terreno bélico, son incontables. La férrea lucha entre soviéticos y alemanes en el histórico 'Sitio de Leningrado' o la batalla de las Termópilas, donde los espartanos dieron rienda suelta a sus particulares tácticas. En deportes, la lista es inabarcable, desde la apertura siciliana, en ajedrez, hasta el memorable Madrid de Di Stéfano, que hizo suya la frase 'la mejor defensa es un buen ataque' con su ya, mítica, delantera formada por Kopa, Puskas, Gento, Rial y el propio jugador argentino. Sin olvidar las técnicas de defensa personal...

Pero, entre todos los ejemplos posibles, el sistema más antiguo y, sin duda, más complejo, es el inmunológico. Este entramado de moléculas de diverso origen -proteínas, glúcidos, lípidos-, células y tejidos es el mecanismo de defensa y reparación que tienen los organismos frente a cualquier elemento que pueda provocar un daño. Ya sean externos, como virus, bacterias, parásitos o, incluso, una herida; o internos, por ejemplo, en un cáncer, donde las propias células tumorales han sufrido una serie de alteraciones que las convierten en extrañas, malignas y perjudiciales.



Elena González Rey.

Para cumplir con esa misión protectora, el sistema inmunológico cuenta una capacidad única. Así lo indica la bióloga e investigadora Elena González Rey, del Instituto de Parasitología y Biomedicina 'López Neyra', de Granada. "Su principal característica es la facultad de identificar lo ajeno frente a lo propio, como moléculas dañinas o patógenos. A partir de ese reconocimiento, se ponen en marcha todos los mecanismos necesarios para eliminar el daño y/o el agente extraño", explica.

## La activación del mecanismo

Esa habilidad para diferenciar lo propio de lo ajeno constituye la primera de las fases en las que se divide el trabajo del sistema inmunitario. A continuación, viene una etapa de neutralización o anulación del patógeno que se puede realizar de dos formas. Bien mediante unos tipos de células que fagocitan o engullen al elemento extraño, por ejemplo, los macrófagos o neutrófilos. O

a través de otras sustancias o factores solubles, como lípidos y proteínas, que van a tener un efecto directo sobre el causante del daño.

La fase siguiente es la de eliminación del patógeno para evitar que éste ataque de nuevo. Para ello, las células de la primera barrera de defensa se comunican con otras más especializadas, los linfocitos. "De esa forma, ya sean los tipos celulares o los factores solubles van a impedir que ese elemento ajeno pueda seguir viviendo y multiplicándose", comenta la investigadora, que en 2015 fue galardonada con la Medalla de Andalucía.

La última de las etapas es la generación de memoria. "Son los linfocitos los que van a guardar una especie de recuerdo en su estructura de manera que, cuando se vuelvan a encontrar con el agente extraño, se genere una nueva respuesta defensiva más rápida y específica", continúa la experta.

## LAS DOS CARAS DE LA INVESTIGACIÓN

Las actuales investigaciones en torno al sistema inmunológico se dividen en dos líneas. La primera, la activación, es decir, qué hay que hacer para incrementar la actividad del entramado defensivo del organismo. En este campo se desarrolla la inmunología antitumoral que consiste en intentar que el sistema inmunitario reconozca como extrañas las células tumorales y actúe directamente sobre ellas. "El organismo no identifica como nocivas las células cancerígenas cuando, en realidad, sí lo son porque se han transformado; han mutado de células propias, sanas, a tumorales, y han aprendido a evadir la respuesta inmune. Por eso el cáncer es tan difícil de combatir", asegura González Rey.

La segunda línea se centra en lo contrario, es decir, en la inactivación del sistema inmunológico que se provoca en las enfermedades autoinmunes para intentar que el organismo deje de atacar a las células propias. "En este tipo de dolencias se usan compuestos o formulaciones para dormir o reducir al máximo la actividad de las defensas: los inmunosupresores", declara.

Sin embargo, estos pueden tener efectos negativos en determinadas condiciones en las que se necesita un sistema inmunitario activo. Por ejemplo, en un quirófano, durante una operación o trasplante, donde es habitual que el paciente se infecte. "La respuesta del sistema inmunitario debe estar controlada. Si esa vigilancia no lo ejerce el propio sistema de defensa, hay que ayudarlo. De ahí el uso de inmunosupresores en situaciones de hiperreactividad del sistema inmunológico como la autoinmunidad", continúa.

En los últimos años, se investiga la capacidad inmunoreguladora de las células madre mesenquimales, aquéllas que pueden producir más de un tipo de célula especializada. "Se está intentando demostrar las posibles aplicaciones o potencialidades de estas células en distintos casos de activación del sistema inmunológico", explica González Rey.

En este sentido, González Rey señala que la primera reacción del sistema inmunitario ante un patógeno es lenta debido a la gran cantidad de tipos celulares que pueden participar en la defensa. "Sin embargo, cuando ya se ha tenido un contacto previo con el agente extraño, se almacena un tipo de memoria inmunológica que lo reconoce, aísla y neutraliza de forma que, la segunda vez que se encuentre con él, la respuesta será mucho más rápida", aclara.

### Defensa a tres líneas

Como cualquier sistema de protección que se precie, el inmunitario está formado por varias líneas de defensa que ofrecen distintos grados de respuesta. Así, la primera barrera con la que se encuentra un elemento invasor la integrarían la piel, las lágrimas, la cera de los oídos, la saliva, mucosas, como las nasales, o los jugos gástricos. "Es física, muy primaria, destinada a evitar la entrada de virus y bacterias, fundamentalmente", explica la experta.

**Elena González: "A medida que nos enfrentamos a nuevas enfermedades, el organismo adquiere la capacidad de saber con quién se ha encontrado y de combatirlo específicamente"**

Si el patógeno traspasa esta barrera, entra en funcionamiento la inmunidad innata, integrada por células que actúan de forma veloz y contundente. "Es una respuesta citotóxica, es decir, para matar al patógeno, e inespecífica, pero rápida y simple, en el sentido de que intervienen pocos tipos celulares y éstos son sencillos", argumenta. Y añade: "En este grupo están, por ejemplo, los leucocitos o glóbulos blancos, entre los que se incluyen los fagocitos que cumplen dos funciones básicas: engullir de forma indiscriminada y devastadora al extraño y comunicar su presencia en el sistema".

La inmunidad innata está presente en casi todas las formas de vida, desde los organismos más básicos a nivel evolutivo, como las esponjas, hasta los más complejos como los vertebrados o mamíferos.

Estos seres vivos, más evolucionados, han desarrollado, además, una tercera barrera defensiva, más complicada, que se pone en marcha al ser activada



Imagen de la serie 'Érase una vez... la vida'.

## ÉRASE UNA VEZ... LA VIDA

A finales de los 80, principios de los 90, se asomaba a la pequeña pantalla una serie de dibujos animados que mostraba, de forma divertida, didáctica y divulgativa, el funcionamiento del cuerpo humano. Los niños de la época, y muchos adultos, recordarán las aventuras de Pedro, el Maestro, Flor, Pedrito, El Gordo... y los malos, dos individuos de grandes narices, eternamente rojas, altos y grandotes, uno, pequeño y pelirrojo, el otro.

De la mano de estos personajes, el espectador se introducía, metafórica y realmente, en el interior del corazón, el cerebro, los pulmones o el hígado, y conocían los

mecanismos de funcionamiento del torrente sanguíneo, la digestión o la respiración.

También el sistema inmunológico merecía un capítulo. En él, los glóbulos blancos aprenden desde pequeños, en una escuela especializada, la misión más importante de sus vidas: reconocer a los posibles enemigos y combatirlos. Conocen el timo, el órgano donde se forman las defensas del cuerpo; identifican a las células buenas mediante un carné de identidad genético; y alucinan con su propia capacidad para desdoblarse mediante mitosis, cuando son insuficientes para luchar contra el invasor.

Además, los linfocitos B viajan en naves espaciales desde donde sueltan al cuerpo de paracaidistas o anticuerpos; los fagocitos son aspiradoras que absorben lo que encuentran a su paso; y los macrófagos se parecen a los 'tragabolas': una gran boca articulada que, además de virus y bacterias, engulle polvo, suciedad y cualquier partícula tóxica que se ponga a su alcance.

En definitiva, la serie presenta al sistema inmunológico como lo que es: un gran ejército de soldados-célula, siempre atento y dispuesto a intervenir ante la intromisión de elemento extraño. Y con un lema: vigilancia, información y coordinación.

por las células de la inmunidad innata: la inmunidad adaptativa. “A medida que nos enfrentamos a nuevas enfermedades, el organismo adquiere la capacidad de saber con quién se ha encontrado y de combatirlo específicamente sin dañar a otros tejidos o estructuras del individuo”, señala la investigadora.

De este modo, si en la inmunidad innata se reconocía al invasor, en la adaptativa se forma la memoria inmunológica. “Ésta se encarga, entre otras funciones, de producir anticuerpos, es decir, un tipo de proteínas con capacidad para neutralizar un patógeno concreto”, sostiene.

### Un ejército de células

En este nivel, a diferencia del innato, aparecen células más especializadas, como los linfocitos, que montan una respuesta específica contra el patógeno gracias a la información que les proporcionan los fagocitos. Estos comunican la presencia de enemigos en el sistema, indicando el tipo de invasor. “Cada elemento nocivo tiene un código diferente. Así podemos reconocerlo y usar los mecanismos adecuados para derrotarlo”, explica.

Los linfocitos, por su parte, no sólo identifican al extraño por la información facilitada por los fagocitos. También

son capaces, por sí solos, de reconocer las partículas perjudiciales. Estas células se dividen en dos tipos: linfocitos T, que comandan el ataque, y activan a los linfocitos B, los segundos, para que entren en acción. “Si los fagocitos engullían cualquier invasor, los linfocitos se especializan contra un solo enemigo”, aclara la experta.

Finalmente, los tipo B, al ser activados, producen dos clases de respuesta: humoral, generando anticuerpos, sustancias con capacidad para neutralizar un patógeno concreto; y celular, mediante la producción de células de memoria, que se encargan de recordar aquello que las activó para que, al encontrarse de nuevo con los mismos invasores, puedan atacarlos antes incluso de que el cuerpo enferme.

Con esta información en su haber, el organismo dispone de las herramientas necesarias para enfrentarse a sus enemigos. La tarea no es fácil y el combate se presenta cruento. “Tenemos capacidad para responder a miles de tipos de moléculas diferentes, presentes en patógenos distintos. Nuestro organismo está muy preparado. Pero, los agentes nocivos acechan por todos lados...”, comenta la investigadora. Así, pues, como diría Julio César, por muchos considerado uno de los más grandes estrategas de todos los tiempos: “*Alea jacta est!*”.]

## VIRUS COMPLEJOS, BACTERIAS BUENAS

Según la investigadora, la peligrosidad de virus y bacterias depende de su complejidad. Un ejemplo común es el virus de inmunodeficiencia humana – VIH-, con capacidad para insertarse en el material genético de las células y alterar la producción habitual de proteínas necesarias para el organismo. “Cada célula está formada por una serie de genes de los que depende la creación de proteínas. Cuando el virus interrumpe este complejo proceso, el organismo celular se bloquea y no sabe lo que tiene que producir. Por eso es tan peligroso”, comenta.

Pero no todos los agentes infecciosos son destructivos. Algunos son beneficiosos. Es el caso de las bacterias comensales que se encuentran en el intestino, la boca o la piel. Su nombre se debe al provecho que obtienen del cuerpo o tejido en el que se hospedan.

El beneficio es mutuo ya que el organismo también obtiene alguna ventaja con su presencia, desde ayuda para realizar la digestión hasta fortalecer las defensas. “Estos microorganismos son necesarios porque han enseñado al sistema inmune a reconocerlos

como propios y a diferenciarlos de los patógenos. Esta identificación es importante ya que, cuando un agente extraño entra en un espacio que no es el suyo, altera esa zona y produce un desequilibrio en la flora bacteriana endógena”, explica la experta.

Esto es lo que ocurre con la gastritis, es decir, la desestabilización de los microorganismos intestinales, o con los antibióticos que, a la hora de impedir o eliminar las bacterias nocivas, destruyen también parte de la flora normal.



Lola Gómez Ferrón

En los invernaderos de esta empresa almeriense, las frutas y hortalizas se mezclan con visitantes españoles y, sobre todo, extranjeros, interesados en conocer los procesos tecnológicos y naturales que se ocultan bajo el plástico. Lola Gómez Ferrón, pionera en convertir este peculiar sistema de cultivo en un reclamo turístico, más allá del atractivo de sol y playa característico de la zona, es la encargada de desgranar este modelo agrícola responsable y sostenible con el medio ambiente.

Fuente: María José Llobregat | Asesoría científica: Lola Gómez Ferrón, gerente de 'Clisol Agro'.

Poniente almeriense. Árido, seco y ventoso. 3.000 horas de sol al año y 100 días de viento con rachas que superan los 40-45 kilómetros por hora. Hace cinco décadas, este panorama traía de cabeza a los agricultores de la zona que, jornada tras jornada, veían sus cosechas destrozadas por el empuje de la fuerza eólica. Cansados y en busca de soluciones, los labriegos fijaron sus ojos en los parrales de uva de mesa de la Alpujarra: sencillas estructuras de palos de madera, unidos entre sí por alambres, cubiertas por láminas de plástico que protegían las vides del viento.

Con esta rudimentaria construcción, los agricultores proporcionaron, sin saberlo, un cobijo a las plantas. Un alojamiento que les reportó beneficios extra: las cosechas, al abrigo de las inclemencias del tiempo, se alargaban hasta el invierno. La producción ya no era exclusiva de la primavera. Nació la agricultura intensiva.



Cultivo de invernadero.

Esta historia marca el inicio de la visita a 'Clisol Agro', una empresa almeriense pionera en el turismo de invernadero, una opción, más allá del sol y la playa, para conocer las peculiaridades de este sistema de producción oculto bajo el plástico. Su narradora es Lola Gómez Ferrón, gerente e ideóloga de esta iniciativa que, durante dos décadas, ha atraído, y atrae cada año, a miles de turistas, nacionales y extranjeros, de todas las edades: desde jubilados del Norte y Centro de Europa, interesados en los métodos, técnicas de cultivo y uso de los recursos naturales, hasta escolares de educación infantil o primaria que, manos en tierra, trasplantan por primera vez una plántula de tomate.

**La sabiduría y experiencia tradicionales acumuladas durante más de 50 años junto a las nuevas tecnologías permiten una agricultura cada vez más sostenible.**

Para todos ellos, el objetivo es el mismo: "Participar del proceso productivo y descubrir cómo una zona semidesértica puede acoger una agricultura sostenible y

## EL SEMILLERO: EN EL TOCADOR DE SEÑORAS

**Lola Gómez Ferrón prodiga a sus plantas toda clase de mimos. Por eso, cuando son pequeñas, en el semillero, las peina con la mano, las roza. De forma suave, las primeras veces; con más brío, cuando la planta está crecida. Así todos los días, dos veces: por la mañana y por la tarde, hasta que se trasplanta al invernadero.**

**Como en cualquier peinado, también hay tirones. Aquí se llaman microheridas. Nada grave. Según la agricultora, la pérdida de savia no es significativa en hortalizas leñosas como los tomates o los pimientos, principales destinatarios de esta técnica.**

**La función de esas microheridas es sencilla: ralentizar el crecimiento de la planta. "En verano, el invernadero se blanquea. Se quita calor pero sobre todo luz. Al faltar ésta, la planta compite con las demás para buscarla. Eso hace que se desarrolle rápido pero débil. Con las microheridas, la hortaliza cambia su comportamiento. Sólo se preocupa de curarse y cicatrizar. Se olvida de la competición. El resultado es una planta más corta y gruesa, perfecta para crecer vigorosa en invernadero", específica.**

## MALLAS PARA EMPEORAR LA VISIÓN

**El sistema de ventilación de un invernadero, útil para expulsar la humedad, está compuesto de ventanas –en el techo y en los lados– y bandas laterales. Las primeras se ubican a unos seis o siete metros de altura, donde apenas vuelan las plagas. Las segundas se colocan más abajo, a dos o tres metros del suelo.**

**Aunque en 'Clisol Agro', las ventanas –automáticas– son suficientes para airear, los días con viento inferior a 20 kilómetros por hora es obligatorio abrir las bandas. Y con ellas, llegan las plagas.**

**Para protegerse del 'invasor' durante los momentos de apertura, los expertos han propuesto un**

**sistema de mallas fotoselectivas, basado en la visión de los insectos. "Estos invertebrados perciben la luz ultravioleta. Tras una serie de investigaciones se diseñaron unas mallas con aditivos o productos químicos que conseguían reflejar con mayor intensidad los ultravioleta. De esta forma, el insecto se encandila y llega menos al invernadero", comenta la empresaria.**

**La instalación de estas mallas conlleva, sin embargo, un efecto colateral negativo. Si los insectos se deslumbran, los abejorros, utilizados en el invernadero para polinizar, ven peor las flores. Por este motivo, el número de colmenas se ha duplicado: de 8 a 10 por hectárea, se ha pasado a 18 ó 20.**

respetuosa con el medio ambiente", explica la experta. Y para ello, continúa, ha sido fundamental la incorporación de las nuevas tecnologías a la sabiduría y experiencia tradicionales acumuladas durante más de 50 años.

### Control biológico

La combinación del saber popular con la innovación como atractivo turístico y de ocio está reflejada, por ejemplo, en la introducción de la agricultura biológica en cultivos de invernadero, es decir, la sustitución de productos de origen químico por insectos depredadores de plagas.

La base de este método natural de control son las feromonas, unas sustancias olorosas producidas por los animales, que se liberan y dispersan por el aire. A través de ellas, los insectos se comunican y realizan actividades como alimentarse o reproducirse. Así, las feromonas fundamentales en el control de plagas son las sexuales, utilizadas por las hembras para reclamar al macho y aparearse.

Sobre esta base funcionan las trampas de feromonas que atraen un tipo de mariposas plaga. "Investigamos cuál es la sustancia sexual que estos insectos liberan cuando están en época de celo, tanto la del macho como la hembra. Se meten en una especie de cápsulas donde la mariposa, atraída por el olor, entra pero no puede salir. Así se van eliminando", comenta Lola Gómez Ferrón, premiada en 2013 con la Medalla de Andalucía por su defensa y promoción de la agricultura almeriense.

Otro de los métodos utilizados en 'Clisol Agro' son los sobres con arañas depredadoras de dos

plagas habituales: huevos de mosca blanca y larvas de trips. En este caso, además de acabar con los insectos indeseados, las arañas aportan un beneficio añadido a los frutos: aumento de peso. "Este tipo de arácnido es omnívoro. Se alimenta de huevos y larvas pero también del polen al que mueve mucho en el estigma de la flor. Este movimiento mejora la polinización, y con ello, se logran mejores frutos. En pimiento ha incrementado un 13 por ciento su peso", sostiene Gómez.

El control biológico se complementa con botellas rellenas de chinches o arañas que acaban con la mosca blanca y el pulgón del tomate y se colocan en focos concentrados, cada 12 ó 15 metros. "Se producen interacciones entre ellos: las arañas se comen los huevos de mosca blanca pero no a los adultos, que son devorados por los chinches. A su vez, estos, no sólo se alimentan de plagas sino también de arañas. En definitiva, todos comen de todo y la salud y el equilibrio de los cultivos está asegurado", indica.

## El agua, un bien escaso

Del mismo modo, la sostenibilidad de 'Clisol Agro' se manifiesta en el uso del agua. "Como carecemos de ella, hemos aprendido a utilizarla". Hasta principios de los años 80, el riego se hacía por inundación, anegando la superficie del cultivo. Según Gómez Ferrón, el gasto anual ascendía a unos 220 hectómetros cúbicos para unas 10 ó 15.000 hectáreas trabajadas.

Hoy, con el goteo, se abarca el doble de superficie, unas 30.000 hectáreas, con la mitad de agua, en torno a 120-130 hectómetros cúbicos. "Cuando se riega, se hace durante cinco minutos, y el caudal que sale por cada gotero es el equivalente a un vaso. Es un proceso automatizado, es decir, la propia planta, a través de un sistema de electrodos, cuando tiene déficit, manda una señal al ordenador para que éste le envíe agua", prosigue.

**El agua sobrante de riego se recoge en un sistema de canales que desemboca en una balsa de reciclaje desde donde sale para ser reutilizada.**

De esta forma, no es necesario programar los riegos. "Sólo se establece una periodicidad concreta durante las tres o cuatro primeras semanas que siguen al trasplante del cultivo en el invernadero, cuando la planta aún no tiene suficientes raíces", comenta la especialista. Y añade: "En esta etapa, cuanto más homogéneo sea el flujo de agua y nutrientes, más constante es el desarrollo de la superficie radicular, necesaria para asegurar la calidad del cultivo y el fruto".

## Investigación para el ahorro

Desde hace unos meses, 'Clisol Agro' es un laboratorio de pruebas de un nuevo software de gestión del agua



Sensores del software experimental de riego.

## CALEFACCIÓN RADIAL Y TRANSPORTE

**Entre las hileras de matas de hortalizas que conforman los invernaderos, al ras del suelo, unos raíles desplazan unas máquinas que permiten al trabajador recoger la cosecha sentado y sin cargar peso.**

Estos mismos raíles, en origen, funcionaban como un gran sistema de calefacción radial. "Son tuberías que recirculan el agua caliente por la noche y mantienen la temperatura mínima del cultivo en invierno. Aunque, en nuestro caso, las usábamos para activar la plantación una hora y media antes porque, así, la producción aumentaba por metro cuadrado y semana".

En la actualidad, su uso se restringe a facilitar la labor de los obreros. "Se ha convertido en un sistema costoso de mantener por varios factores: el aumento de las temperaturas, el incremento del coste del petróleo o la inseguridad en el precio de algunas hortalizas. Pero, posibilitar que los jornaleros realicen su trabajo con menos esfuerzo, no tiene precio", concluye.

de riego. Por ello, es fácil encontrar pimientos en la mata con unos sensores que miden su diámetro y el del tallo, la temperatura de las hojas, del sustrato y del medio ambiente, entre otras variables. "Se monitorizan distintos parámetros de la planta y, en función de estos, se ajusta la frecuencia de riego. Es decir, se especifica cuántos minutos: tres o siete. No tienen por qué ser cinco", aclara.

Además, continúa, el agua sobrante de riego se recoge en un sistema de canales que desemboca en una balsa de reciclaje desde donde sale para ser reutilizada. De hecho, no es el único recurso que recircula. Desde 2011, la finca dispone de un evaporador de aguas residuales, un equipo que evita la contaminación de los acuíferos. "En esta especie de cámara, se almacenan los restos del lavado de los tanques de abono, que tienen muchas impurezas, lo que sobra de las fumigaciones o el agua de fregar. El viento de la zona, junto con el vapor de agua que se genera en el interior del tanque, produce un concentrado desecado, un residuo sólido que, una vez al año, se lleva a una empresa especializada en la gestión de estos desechos. Así, nada llega al suelo", matiza.

En definitiva, la puesta en marcha de estas medidas, y otras muchas, tanto de origen natural como tecnológicas, no solo convierten a 'Clisol Agro' en un atractivo turístico

## ARENA Y COCO

Otro factor que influye en el ahorro del agua es el uso de la arena. Las instalaciones de 'Clisol Agro' cuentan con un gran invernadero donde se cultiva a la antigua usanza, a la manera tradicional. Las hortalizas se siembran en un suelo compuesto por unos 50 ó 60 centímetros de tierra, un manto de estiércol o materia orgánica y arena. "El sistema de suelo enarenado es característico de Almería por lo que supone de ahorro de un recurso tan escaso. La arena evita que el agua se evapore y su

consumo se reduzca casi un 60 por ciento", explica Lola Gómez.

Junto al suelo agrícola convive el invernadero de cultivo hidropónico, un espacio donde la tierra brilla por su ausencia. Aunque esta afirmación no es del todo exacta, tal y como aclara la empresaria: "En el auténtico hidropónico, el agua, con los nutrientes, está en constante circulación para coger oxígeno. Pero en Almería este sistema no funciona porque, excepto en invierno, el resto

del año tenemos mucha luz y calor. El agua alcanza temperaturas superiores a los 28 ó 30 grados, algo inviable para el crecimiento de las plantas: las raíces se mueren".

Para solventar este problema, se utiliza un sustrato de fibra de coco que amortigua la temperatura. "De esta forma, el agua recircula pero las hortalizas se siembran en contenedores forrados con este material orgánico biodegradable", sostiene Gómez.



Invernadero de cultivo hidropónico.

y de ocio, también consiguen una agricultura respetuosa con el medio ambiente y con el uso de los recursos. "Mostramos al turista que los procesos utilizados en la obtención de frutas y verduras son sostenibles. Romper con esa mala imagen que tienen los invernaderos. Es también una forma de promocionar los productos en origen, cierto, pero damos la oportunidad al visitante de experimentar sensaciones perdidas", esgrime Gómez, que lanza una pregunta: "¿Quién recuerda el aroma de una tomatara o el sabor de un fruto recién recogido de la planta? Por ahí hay que empezar", concluye. |

## CONFUNDIR LA POLILLA DEL TOMATE

Desde hace aproximadamente nueve años, los expertos de 'Clisol Agro' lidian con una nueva variedad de plaga que llegó al puerto de Valencia en contenedores de patata procedentes de Chile: la polilla del tomate o Tuta absoluta. "Es tan pequeña que sus huevos, minúsculos, colocados bajo el rabillo verde de la tomatara, no se ven. Puedes tener el 60 ó 70 por ciento de la cosecha con gusanos que hasta que no se pudren, no te percatas. Es muy peligrosa", señala Lola Gómez.

Tras años de investigación, la técnica más efectiva es la llamada confusión hormonal. Ésta consiste en poner una concentración tan elevada de feromona de macho y hembra mezclada, a lo largo y ancho del invernadero, que el insecto es incapaz de diferenciar un sexo de otro. "Aunque estén cerca, jamás se van a encontrar, ni aparearse, ni reproducirse porque no se van a cruzar nunca. La confusión de olores será tan fuerte que se despistarán", aclara la especialista.



Jezabel Martínez Fábregas en Bruselas.

“LA COMUNICACIÓN  
NECESITA RECUPERAR  
SU HUMANIDAD”



Jezabel Martínez Fábregas -Huelva, 1984- es licenciada en Comunicación Audiovisual y Periodismo por la Universidad de Sevilla. En esta misma institución, en el departamento de Periodismo II, presenta su tesis doctoral en 2014 centrada en investigar el papel de la prensa oficial durante el periodo de la Transición en España. En 2015 llega a Bruselas, Bélgica, como asesora estratégica en materia de comunicación para la Comisión Europea.

Fuente: José Teodoro del Pozo

- (Pregunta) **Antes de empezar, la primera cuestión parece obligada: ¿cómo llega a Bruselas?**

- (Respuesta) Tras desarrollar mi tesis doctoral en la Universidad de Sevilla, y después de dos estancias de investigación nacionales en las universidades Pompeu Fabra –Barcelona- y Carlos III –Madrid-, conseguí una estadia posdoctoral en el Instituto Europeo para la Seguridad y la Justicia de la Universidad de Dundee, en Escocia. Desde allí me animaron a solicitar el puesto, ‘et voilà’, ¡estoy en Bruselas!

- (P) **¿Y qué pasó?**

- (R) En junio de 2015 me enviaron el típico email de: “Gracias por su interés, pero no ha sido seleccionada en esta ocasión”. El 20 de julio estaba preparándome para ir a la playa con mis padres, cuando un señor me telefoneó diciendo que llamaba de la Comisión Europea y que el correo que recibí era un error, ¡estaba seleccionada y me incorporaba en octubre! A veces los grandes cambios en la vida ocurren por casualidad.

- (P) **Dentro de la Comisión Europea, órgano responsable de elaborar propuestas de nueva legislación europea y de aplicar las decisiones del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, ¿cuál es su función?**

- (R) A nivel general, desarrollar estrategias de comunicación que permitan traducir el lenguaje de la Comisión, en ocasiones complejo, a la ciudadanía; además de comprender sus necesidades en determinadas áreas y proponer mejoras y soluciones. Y en concreto, en diseñar la comunicación estratégica en torno a la ‘Alianza para el Internet de

las Cosas y la Innovación’ -AIOTI, en sus siglas en inglés- y liderar a varias unidades en las acciones de comunicación en eventos como el ‘Mobile World Congress’, ‘Digital 4EU’ o ‘NetFutures 2016’.

- (P) **¿Y cómo se concretaban esas estrategias?**

- (R) Principalmente en el área de desarrollo tecnológico. Por ejemplo, en nuestro departamento, trabajamos con el ‘internet de las cosas’ -*internet of things*, según el término acuñado en inglés- y 5G, semántica, interoperabilidad y la arquitectura de sistemas necesaria para la implantación de esta nueva tecnología.

- (P) **¿En qué consiste?**

- (R) Es apasionante. Nos reunimos con compañías internacionales -‘Vodafone’, ‘Telefónica’, ‘Panasonic’, ‘Bosch’ o ‘Siemens’, entre otras- para hablar sobre el escenario tecnológico que viene, y que representa una nueva forma de entender las relaciones entre los objetos y las personas, incluso entre los propios objetos directamente, que se conectarán entre ellos y con internet, ofreciendo datos o respuestas en tiempo real. Se trata, en definitiva, de una digitalización del mundo físico de forma que, por ejemplo, los electrodomésticos sean controlados a través del teléfono o el agricultor trabaje, por qué no, desde casa.

- (P) **Hace unos meses vivió, en primera persona, los atentados del 22 de marzo en Bruselas.**

- (R) Estaba terminando de arreglarme para ir al trabajo cuando recibí un mensaje de mi hermano en el que me decía que



Jezabel Martínez Fábregas en la Base Militar de Rota.

había habido una explosión en el aeropuerto de Zaventem, en Bruselas. Poco después me enteré de otra en la estación en la que cojo el metro todos los días – Maelbeek-. Por suerte para mí, ese día hacía sol –algo no muy común en Bruselas-, y decidí ir andando al trabajo. Una vez allí, la policía y el ejército comenzaron a llenar la ciudad y a aconsejarnos no salir de los edificios. Intenté tranquilizar a mi familia y amigos que no cesaban de llamar. Y aún quedaba calmar a los chicos de prácticas, muy jóvenes y bastante asustados.

- (P) **Un tiempo después, ¿qué ha cambiado?**

- (R) No ha cambiado demasiado. El ejército lleva en la calle desde los atentados de París en noviembre del año pasado. Nos hemos acostumbrado a ello. Vivimos con normalidad, aunque a nuestro lado pasen soldados con un fusil, mirándote y diciéndote “Bonjour”. La población belga volvió a la estabilidad casi en el mismo día. Fue muy curioso ver las terrazas llenas de gente ese mismo 22 de marzo. Tanto es así que dejaron un mensaje en la Place de la Bourse, en el centro

de la ciudad, que se me grabó a fuego esos días: “Una vida vivida con miedo es media vida”.

- (P) **Hablemos de ciencia. ¿Cómo se investiga en comunicación?**

- (R) La investigación en comunicación es compleja, muy compleja, porque hablamos de seres humanos. Una misma palabra puede ser interpretada por cada receptor de manera completamente opuesta dependiendo de su estado de ánimo el día en que reciba el mensaje.

- (P) **Precisamente esa subjetividad hace que ciertos autores consideren que la comunicación no es ciencia, ¿está de acuerdo?**

- (R) En absoluto. Desde mi punto de vista, para devolver la comunicación al terreno de la ciencia, lo primero que tenemos que hacer es rescatar la humanidad que ha perdido. Nos hemos centrado tanto en el periodismo dentro de la economía de mercado que olvidamos su función real, una herramienta empática para denunciar lo que funciona mal en el mundo. Nos dicen dónde quieren que miremos y nos muestran lo que les interesa que veamos pero no lo que realmente está pasando.

- (P) **Entre sus últimas investigaciones, ha estudiado el tratamiento mediático de los musulmanes en prensa. ¿Qué nos puede decir?**

- (R) Analizamos la forma en la que la prensa española -*El País*- y francesa -*Le Figaro*- trataron a la comunidad musulmana asentada en esos países durante la semana posterior a los atentados contra *Charlie Hebdo*. Investigamos si abogaban en sus textos por su integración o, por el contrario, contribuían a su marginación y discriminación.

- (P) **¿Y cuáles fueron sus conclusiones?**

- (R) Del estudio se desprende un desenlace duro: se establece una relación directa entre islam y terrorismo, por la que toda persona que profese esta religión es un terrorista potencial.

- (P) **¿Por qué piensa que ocurre?**

- (R) Es posible, entre otras cosas, porque los musulmanes que profesan el islam y no son

terroristas no son noticia, sí lo son cuando han perpetrado un atentado. Es peligroso generar este tipo de tendencia o creencia en el imaginario colectivo, ya que existe un gran volumen de esta población tanto en nuestro país como en Francia. Y así es imposible integrar a una comunidad que lleva conviviendo con nosotros durante siglos.

**- (P) ¿Se desvirtúa la presencia de este colectivo en la esfera pública?**

- (R) Justamente. En ningún momento mencionan aspectos positivos de la vida de los musulmanes en Europa. De hecho, estos no tienen la palabra en los medios, de forma que es muy

difícil que puedan desligarse del contexto asociado al terrorismo. No obstante, no se puede generalizar y siempre es necesario profundizar más en este tipo de estudios.

**- (P) ¿Por qué le apasiona investigar en comunicación?**

- (R) En mis comienzos, me entusiasmaba descubrir información del pasado, hechos, historias que nadie sabía, destapar el carácter heroico de los periodistas, por ejemplo, durante la Transición española, que fue el tema que elegí para mi tesis doctoral. Me enganché. Hoy día, la academia te permite decir lo que como periodista, muchas veces, no puedes. |

WWW  
Más información sobre  
Jezabel Martínez  
Fábregas en su perfil de  
la Guía Experta



Jezabel Martínez Fábregas.

FIRMA  
INVITADA



**Luis Silva**

| Investigador en el Grupo de Biología Marina y Pesquera de la Universidad de Cádiz.

## LOS ESTUDIOS CIENTÍFICOS PARA LA ORDENACIÓN Y GESTIÓN PESQUERA

Nuestros mares y océanos albergan numerosas especies marinas, muchas de las cuales son explotadas por el hombre. Estas especies, llamadas recursos explotados, poseen dos características importantes: que son auto-renovables pero no inagotables. Esto quiere decir que, si la extracción de los recursos se hace de forma incontrolada, sin medidas de gestión adecuadas, el recurso podría llegar a agotarse y la pesquería desaparecería. En cambio, si ésta se hace de una forma ordenada, con medidas y planes de gestión adecuados, el recurso se autorenovaría, alcanzando la sostenibilidad que se suele buscar en las pesquerías. Para que esto ocurra, los elementos que intervienen en cualquier pesquería, o mejor dicho, las partes implicadas en dicha actividad, deben de mantener una estrecha y positiva relación. Por un lado, el propio sector pesquero como principal parte involucrada, por otro, las administraciones pesqueras, es decir, los gestores que son los que estableces las normas, y en tercer lugar los investigadores y técnicos que estudian dichos recursos, sin dejar de lado al mercado, que en muchos casos tienen mucha influencia en el rumbo de determinadas pesquerías.

Bien, imaginemos que tenemos una pesquería sin las medidas de gestión adecuadas que esta llegando a niveles preocupantes por el descenso de las capturas: la administración pesquera tendría que establecer un primer borrador sobre posibles medidas de gestión, para lo cual necesitaría una fluida toma de contacto con el sector pesquero para debatir posibles medidas a establecer. El establecimiento de las mismas debería de tener una base científica que las avalen, para lo cual se analizarían los datos de los que disponen los científicos. En el caso de no disponer de información o ser ésta escasa y sesgada, comenzar a desarrollar estudios que generen la información básica para llevar a cabo el seguimiento y evaluación de dicha pesquería a partir de la cuál se adoptará el consejo científico para su gestión.

La información que necesitan los científicos son, por un lado, las puramente pesqueras, como son las series capturas o desembarcos del recurso, el esfuerzo de pesca ejercido para obtener la captura (días de pesca, número de trampas/anzuelos o metros de red calada), descartes, la captura por unidad de esfuerzo o los caladeros. Por otro lado se necesita tener toda la



Luis Silva.

información biológica posible de la especie o especies explotadas: distribuciones de tallas de la población, periodo reproductivo, talla de primera madurez o fecundidad crecimiento, por ejemplo.

Con toda la información existente, los científicos pretenden conocer el estado actual del recurso, es decir, conocer el nivel de explotación para posteriormente proponer unas medias de gestión acordes al estado del recurso. La evaluación del recurso se puede hacer de forma indirecta analizando las series de datos pesqueros disponibles, anteriormente mencionadas, o de forma directa mediante campañas oceanográfico-pesqueras que se realizan a bordo de buques de investigación. El organismo público que lleva a cabo el grueso de las campañas es el **Instituto**

**Español de Oceanografía**, que es el responsable de asesorar al estado español en materia de pesca. Buques oceanográficos como, entre otros, el Miguel Oliver, el Ángeles Alvariño y el Francisco Paula Navarro son frecuentes en nuestras costas realizando trabajos de investigación. Por ejemplo, en el Golfo de Cádiz existen unas campañas (serie 'ARSA') que se vienen realizando desde 1992, y que tienen como objetivo conocer la biomasa y los rendimientos (kg/hora de pesca) de todas las especies, ampliar el listado faunístico o batimetría de las especies, por ejemplo. Las 'ARSA' están dirigidas a evaluar los recursos demersales (merluza, pulpo, choco, gamba, cigala, acedia o lenguado), que son aquellos que viven o están cerca del fondo, utilizando para ello un arte de arrastre. Existen otro tipo de campañas para evaluar

los recursos pelágicos que viven en la columna de agua (boquerón, sardina, caballa o jurel).

Actualmente las campañas tienen un carácter multidisciplinar. Además de realizar las pescas, se analizan los parámetros oceanográficos como la temperatura o la salinidad y se toman muestras de sedimentos, lo cual aporta una valiosa información a los científicos que les ayudará a conocer mejor el estado del recurso y su evolución en el tiempo. En muchos casos es imprescindible conocer esas variables ambientales dado que la abundancia de las especies y sus ciclos biológicos están claramente condicionados por estas variables. Un ejemplo es el pulpo en el Golfo de Cádiz, ya que suele descender muchísimo su abundancia después de años de mucha lluvia.



Buque oceanográfico 'Miguel Oliver'.

En el laboratorio se realiza el muestreo biológico de especies cuyas pesquerías necesiten ser gestionadas, o que ya se estén realizando y se necesite un seguimiento. Normalmente suelen ser muestreos mensuales y se suele obtener la talla, el peso, el sexo, el contenido del estómago, el estado de madurez para conocer si van a poner huevos y determinar su periodo de puesta, extracciones de estructuras óseas ubicadas en la cabeza de los peces, llamadas 'otolitos', para estimar su edad y muchas otras actuaciones que vienen determinadas por las necesidades de gestión y por los estudios de investigación que se estén llevando a cabo. A partir de esta información si la administración quiere establecer una veda para una pesquería, podría determinarse cuándo es el periodo de puesta de la especie objetivo para hacerla coincidir. Si se quiere establecer una talla mínima de captura, para proteger a los ejemplares inmaduros o 'pezqueñines', habrá que conocer cuál es la talla a partir de la cual los ejemplares comienzan a estar maduros. Es decir, en base a toda la información pesquera y biológica existente y generada con los estudios científicos planteados y las campañas oceanográficas, ante la necesidad de gestionar o revisar la gestión de la pesquería, los científicos dan, plantean y transmiten unos consejos a los gestores para que establezcan medidas con base científica. Y todo ello, o al menos así debería de ser, contando con el sector pesquero dado que no hay que olvidar que la pesca es una actividad económica con un alto impacto social. El equilibrio entre los aspectos socioeconómicos y los biológicos es el que debe generar la sostenibilidad deseada por todos, manteniendo en niveles óptimos los recursos marinos vivos de nuestros mares.]

# ¿CÓMO SE REGENERAN LOS HUESOS DEL CUERPO HUMANO?



Esqueleto humano.

**RESPUESTA:** Los huesos no sólo se renuevan cuando existe una fractura, se trata de un proceso que se prolonga a lo largo de toda la vida y que se basa en dos conceptos: la osteogénesis, que es la creación de tejido nuevo mediante los osteoblastos o células encargadas de producir, reparar y mantenerlo; y la resorción ósea, un procedimiento desarrollado por los osteoclastos, responsables, en este caso, de destruir las partes más deterioradas para favorecer la regeneración.

El esqueleto es el sostén del cuerpo humano. Una estructura que soporta todo el peso del organismo y que es capaz de regenerarse no sólo en condiciones adversas, como una fractura, sino en un proceso permanente de renovación que se prolonga día a día y en el que unos hábitos de vida saludables, como la actividad física moderada o una dieta equilibrada, son factores fundamentales.

**Fuente:** Pilar Macías | **Asesoría científica:** Leonor Santos, investigadora del Centro de Investigación Biomédica en Red y de la Universidad de Málaga.

El cuerpo humano está compuesto por 206 huesos. Piezas duras y resistentes que componen el esqueleto y que están formadas por tejido conectivo constituido por células, componentes extracelulares calcificados, así como vasos, nervios y, en algunos casos, médula ósea. Asimismo, tienen capacidad de regeneración, de manera que cumplen importantes funciones en la protección de órganos vitales, como el cerebro o el corazón, y sustentan el movimiento del cuerpo, como estructura del aparato locomotor.

De este modo, el hueso es un tejido dinámico y metabólicamente activo que sufre un continuo proceso de remodelado, otorgando al esqueleto su capacidad regenerativa y de adaptación funcional. “Este proceso se produce cada día, ya que tienen que lanzar parte de su contenido para que las células tengan calcio –fundamental, por ejemplo, para el movimiento de los músculos- y fósforo –clave en el funcionamiento del cerebro y para la fabricación de trifosfato de adenosina, *ATP*, la moneda de intercambio energético-”, sostiene la investigadora.

En concreto, en el organismo existen 35 millones de unidades básicas multicelulares y cada año se activan entre tres y cuatro millones, por lo que la estructura ósea se renueva totalmente cada 10 años. “Éstas actúan como equipos de trabajo, los osteoclastos van delante reabsorbiendo hueso deteriorado y los osteoblastos intervienen después haciendo hueso nuevo”, explica la investigadora del Centro de Investigación Biomédica en Red, Leonor Santos Ruiz. De esta forma, apunta la especialista, se consiguen dos objetivos: “Liberar calcio y fósforo a la sangre y remodelar el esqueleto de forma continua”.

## Reparar fracturas

El organismo está siempre alerta. También cuando se produce una rotura, momento en el que se desencadenan diversos procesos de reparación que varían la dinámica normal de un hueso, empezando por una consolidación inestable o flexible que se denomina callo, que consiste en unir con tejido fibroso los fragmentos de la fractura; seguida de una inflamación, hematoma y exudado por ruptura de vasos que rodean al foco de la fractura. “Al mismo tiempo, tiene lugar la reabsorción de la parte necrótica o muerta de los extremos de las fracciones rotas mediante los osteoclastos”, afirma Santos.

“El hueso es un tejido cuya importancia se encuentra en su interior”, avanza Santos Ruiz. Y añade: “Su proceso de desarrollo comienza en las células que lo componen, creando a su alrededor una matriz extracelular formada por proteínas que interaccionan entre sí para generar los factores que determinan el crecimiento”.

Tras un período de aproximadamente dos o tres semanas, apuntan los expertos, el tejido fibroso ha dado lugar al callo blando, un tejido fibrocartilaginoso que aporta la estabilidad suficiente para evitar el acortamiento del

hueso, pero no la angulación. “Por ello es importante que esté bien recto y alineado mientras suelda y de ahí el uso de escayolas, o incluso varillas de titanio”, manifiesta Leonor Santos, también profesora asociada en la Universidad de Málaga.

Estecoloblandosevamineralizando, endureciendo, a partir de la tercera y cuarta semana, pero no se vuelve completamente rígido hasta tres o cuatro meses después, momento en que se aprecia la formación del denominado callo duro. “El paciente suele percibirlo como un bulto duro, más grueso que el hueso original, en donde antes estaba la fractura”, sostiene.

Finalmente, tiene lugar la remodelación, que puede durar de meses a años. “Es un proceso en el cual el hueso va recuperando su forma original, en función de la actividad que el paciente realiza, por lo que es importante que éste la vaya recuperando en el miembro roto paulatinamente”, manifiesta la experta.



Leonor Santos, junto al equipo del Centro de Investigación Biomédica en Red.

## MATERIALES SINTÉTICOS PARA REEMPLAZAR UN HUESO DAÑADO

La investigación en el campo de la regeneración ósea avanza en busca de lograr los mejores materiales sintéticos para reemplazar un hueso dañado. En este sentido, los investigadores intentan que éstos sean capaces de simular la matriz intracelular, de manera que tengan calcio y fósforo.

“Estamos trabajando en hallar materiales lo más miméticos posibles al hueso, con la idea

de que las células y los vasos sanguíneos lleguen, encuentren esta materia, la colonicen, para que luego con el tiempo la vayan degradando y que las células vayan haciendo su propio hueso”, explica Santos.

De este modo, apuntan los especialistas, entre los materiales más usados hoy día en ortopedia se encuentran los metales, que generan problemas asociados a la toxicidad

y la corrosión; los polímeros, que no presentan una buena bioactividad; y las cerámicas, que son los más biocompatibles, aunque poseen cierta fragilidad.

Las últimas investigaciones en este ámbito han dado ya con materiales con una química muy parecida a la del hueso que, aunque no tienen todas las proteínas, sí albergan todos los minerales propios de este tipo de tejidos.

De hecho, es precisamente dicha actividad la encargada de guiar a las células, instruir las sobre la forma y la fuerza que debe tener el hueso que se está rehaciendo. Es lo que se conoce como ‘Ley de Wolff’, por el cirujano que la enunció, Julius Wolff: “La forma y estructura de los huesos dependen del esfuerzo y la tensión a los que están sometidos”.

### La actividad física, motor de la regeneración

El proceso de remodelación ósea está muy ligado a la actividad física. “Cuando una persona es muy activa, normalmente, sus huesos se renuevan a una mayor velocidad, mientras que otra más sedentaria no hace carga en ellos y éstos se empiezan a reabsorber. Es lo que les pasa a los astronautas cuando van al espacio y pasan largos periodos en gravedad cero, por ejemplo”, desvela.

Para los expertos, la regeneración ósea se produce a lo largo de toda la vida, sin embargo, sí existe un punto de inflexión donde los huesos comienzan a debilitarse: “Llegado a un determinado momento, que suele coincidir con la madurez, el balance deja de ser positivo, esto es, predomina la reabsorción sobre la formación”, apunta Santos.

## HACIA DÓNDE AVANZA LA CIENCIA

El futuro pasa por utilizar el material sintético que imita la dureza y composición mineral del hueso, para combinar esta matriz con factores de crecimiento, y añadirle células madre. “De esta forma el injerto iría lo más equipado posible para que el cuerpo lo acepte, lo integre y lo vaya convirtiendo poco a poco en hueso propio”, explica Leonor Santos.

“Ya se implantan cerámicas parecidas a los corales, así como biovidrios y en estos momentos, mi grupo ha sacado un biovidrio nuevo con un recubrimiento más parecido a la matriz biológica del hueso”, avanza la experta. El siguiente paso, asegura, será no sólo incluir un material sintético, sino células: “El objetivo es que sea prácticamente un tejido o un tejido semisintético”.

De esta forma, durante el período de crecimiento, los huesos son distintos, están menos mineralizados e incluso no lo están en absoluto en ciertas partes, aquellas por las que crecen. “A partir de los 23 años el proceso se estabiliza. Una vez que llegamos a los 50, comienza a envejecer. En el caso de la mujer, la menopausia es un momento clave en este sentido, ya que la ausencia de determinadas hormonas que favorecían la absorción de calcio promueve ese envejecimiento”, recuerda Santos.

La actividad física es más importante llegada esta edad, los 50 años, que tomar determinados alimentos con suplementos de calcio. “No se trata de que se conviertan en súper atletas, sino de que sean personas activas, realizando paseos de 45 minutos cada día, por ejemplo. Recomendamos una actividad moderada y diaria”, señala la experta.

De hecho, actividades más agresivas, y sin embargo, en auge en estos momentos, como el running, pueden suponer un importante deterioro de la masa ósea. “En general, ningún deporte que genera impacto en los huesos es bueno”, afirma, tajante, Leonor Santos. “Cualquier ejercicio que no suponga una colisión en la articulación es mejor. Cuando saltamos, cargamos el cartílago, provocando una degeneración”, añade. Por tanto, según la experta, acciones como caminar, nadar, bailar son positivas al ser menos violentas y favorecer que la estructura ósea se mueva y se regenere.

### Dieta sana y vitamina C

Una dieta equilibrada es igualmente fundamental para potenciar el proceso natural de renovación ósea. Sin embargo, apuntan los especialistas, no existen alimentos concretos o un tipo de alimentación específica que sea determinante en este proceso, más allá que unas pautas saludables.

“No hay ninguna dieta que estimule la formación de hueso. Para mantenerlos sanos hay que tomar lácteos, pero sin obsesionarse, porque si el organismo no lo reclama, da igual cuánto le des. Y para que lo pida, hace falta ejercicio”, asegura Santos Ruiz.

Sí hay una última cuestión básica. “Es muy importante tomar vitaminas mediante la ingesta de fruta, sobre todo vitamina C, fundamental para que se forme la matriz de colágeno sobre la que el hueso deposita los minerales”, apostilla Santos. |



Equipo maxilofacial.

## FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA REGENERACIÓN ÓSEA

**La regeneración ósea es un proceso en el que intervienen, según los especialistas, diversos factores, que interactúan entre sí a lo largo de toda la vida del individuo: genético -entre el 60 y 80% de la masa ósea está determinada por los genes-; mecánico -la actividad física activa osteocitos y osteoblastos para la formación ósea-; vasculares -permite el acceso de células sanguíneas, oxígeno, minerales, glucosa-, hormonales -que intervienen directamente en el metabolismo óseo-; y locales -factores de crecimiento o las proteínas de la matriz-.**

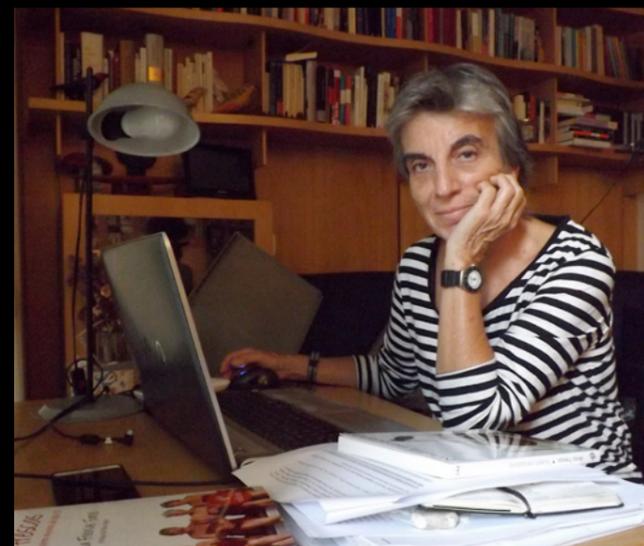
**En el hueso sano -no fracturado-, el remodelado óseo pasa por varias fases: una primera quiescente, es decir, la del hueso en reposo -los factores que inician el proceso de remodelado aún se desconocen-; seguida de una de activación en la que queda expuesta la superficie mineralizada para la atracción de células osteoclasticas; una tercera etapa de resorción, que permite la liberación de los factores de crecimiento contenidos en la matriz; una cuarta parte de nueva formación; y una última de mineralización, que finaliza a los 130 días en el hueso cortical -corresponde con los largos, el 80% del esqueleto- y a 90 en el trabecular -los esponjosos, el 20% restante-.**

## EN EL PRÓXIMO NÚMERO...



Smartcity.

### Smartcities e iPolis.



Ana Freixas Farré

### Anna Freixas Farré, cuando envejecer se convierte en un privilegio



Hacia una nueva era geológica.

### El Antropoceno: ¿nueva era geológica?

## EQUIPO

### DIRECCIÓN CIENTÍFICA | CONSEJO EDITORIAL

**EUGENIO DOMÍNGUEZ VILCHES**

edominguez@uco.es

### DIRECCIÓN EDITORIAL | CONSEJO EDITORIAL

**JOSÉ MARÍA MONTERO SANDOVAL**

redaccion@fundaciondescubre.es

### CONSEJO EDITORIAL

**TERESA CRUZ SÁNCHEZ**

teresa.cruz@fundaciondescubre.es

**IGNACIO GIL-BERMEJO BETHENCOURT**

igilbermejo@gmail.com

**CAROLINA MOYA CASTILLO**

carolina.moya@fundaciondescubre.es

### COORDINACIÓN DE CONTENIDOS

**MIGUEL CARRASCO TELLADO**

miguel.carrasco@fundaciondescubre.es

**JOSÉ TEODORO DEL POZO CRUZ**

redaccion@fundaciondescubre.es

### REDACCIÓN

María José Llobregat

Pilar Macías

Luz Rodríguez Herrera

Ana Soria

José Teodoro del Pozo Cruz

### HAN COLABORADO...

**Fernando José Aguilar**

**Juan Antonio Báez**

**José Luis Blanco Claraco**

**María José Cano**

**Teresa Cruz**

**Ismael Fernández**

**Lola Gómez Ferrón**

**Elena González Rey**

**Lola Hernández**

**Alberto Ramos**

**Arturo Ruiz**

**Félix Ruiz**

**Leonor Santos**

**Luis Silva**

**Jezabel Martínez Fábregas**

**Álvaro Martínez Sevilla**

**Fini Sánchez Valverde**

**Desiderio Vaquerizo**

**Fabián Varas**

### DISEÑO

Teresa Escobedo Serrano

Revista iDescubre

<https://idescubre.fundaciondescubre.es>

ISSN 2444-6920

REVISTA FUNDADA EN 2015

Edita:



ENCONTRARÁS EN DESCUBRE



¿Quieres colaborar?

¡Entra en <https://idescubre.fundaciondescubre.es/contacto/.com>  
y descubre cómo!

